

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO AMBIENTAL NO DISTRITO  
FEDERAL: INFLUÊNCIA DOS ACIDENTES AMBIENTAIS DO  
TRANSPORTE RODOVIÁRIO NA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS  
SUPERFICIAIS PARA ABASTECIMENTO HUMANO**

**MATHEUS MEINCHEIM GODINHO**

**ORIENTADOR: RICARDO TEZINI MINOTI**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**BRASÍLIA/DF, JULHO de 2019**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO AMBIENTAL NO DISTRITO  
FEDERAL: INFLUÊNCIA DOS ACIDENTES AMBIENTAIS DO  
TRANSPORTE RODOVIÁRIO NA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS  
SUPERFICIAIS PARA ABASTECIMENTO HUMANO**

**MATHEUS MEINCHEIM GODINHO**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL.**

**APROVADA POR:**

---

**RICARDO TEZINI MINOTI, Doutor (ENC/UnB)**  
**(ORIENTADOR)**

---

**LEONARDO ZANDONADI MOURA, Mestre (ENC/UnB)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**BRUNO ESTEVES TÁVORA, Doutor (Ministério Público da União)**  
**(EXAMINADOR EXTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, JULHO de 2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

GODINHO, MATHEUS MEINCHEIM

GG585m

Mapeamento de Áreas de Risco Ambiental no Distrito Federal: Influência dos Acidentes Ambientais do Transporte Rodoviário na captação de águas superficiais para abastecimento humano. [Distrito Federal] 2019.

x, 77 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2019)

Monografia de Projeto Final – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Acidentes Ambientais Rodoviários

2. Risco Ambiental

3. Transporte de Produtos Perigosos

4. Pontos de Captação Superficial

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GODINHO, M. M. (2019). Mapeamento de Áreas de Risco Ambiental no Distrito Federal: Influência dos Acidentes Ambientais do Transporte Rodoviário na captação de águas superficiais para abastecimento humano. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 77 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Matheus Meinheim Godinho

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Mapeamento de Áreas de Risco Ambiental no Distrito Federal: Influência dos Acidentes Ambientais do Transporte Rodoviário na captação de águas superficiais para abastecimento humano.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2019

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Matheus Meinheim Godinho

[matheusmgodinho@hotmail.com](mailto:matheusmgodinho@hotmail.com)

## RESUMO

O trabalho versa sobre os acidentes ambientais rodoviários que possam, de alguma maneira, influenciar os pontos de captação de água para abastecimento humano no Distrito Federal. A Unidade da Federação passou por uma crise hídrica entre 2016 e 2018, em que precisou aumentar seus pontos de captação. Entretanto, atrelado à existência de um acidente ambiental que impactou um corpo aquático na Região Administrativa de Águas Claras, levantou-se um questionamento quanto à preparação para acidentes ambientais rodoviários que pudessem afetar os pontos de captação. Foi adaptada para o estudo a Metodologia para Identificação, Caracterização e Mapeamento de Áreas de Risco Ambiental do P2R2 do Ministério do Meio Ambiente. Foram solicitadas informações para os entes públicos pelo e-Sic, sendo elas transformadas em dados georreferenciados, assim como em conteúdo para o estudo. Como resultados foram identificados os pontos de captação de águas superficiais da Caesb para abastecimento humano: Cachoeirinha, Bananal e o Mestre Darmas 1 com o maior risco de contaminação por acidentes ambientais de origem rodoviário. Assim como em uma visão geral, das outorgas superficiais para abastecimento humano, foi identificado maiores riscos nas regiões nordeste, noroeste e sudeste/sul do DF, com áreas de atenção nessas regiões. Diante do exposto, devem-se concentrar ações de prevenção e a criar novas unidades de resposta no DF, para encurtar as distâncias no atendimento de ocorrências, com o intuito de diminuir os riscos a população e ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Risco Ambiental, Acidentes Ambientais, Transporte Rodoviário, Pontos de captação, Distrito Federal.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL</b>	<b>4</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>4</b>
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>5</b>
<b>3.1 ACIDENTES AMBIENTAIS</b>	<b>5</b>
3.1.1 Caracterização do Transporte e dos Acidentes Rodoviários	7
3.1.2 Histórico dos Acidentes Ambientais	12
<b>3.2 POLUENTES LÍQUIDOS</b>	<b>16</b>
3.3.1 Gasolina Automotiva	19
3.3.2 Óleo Diesel	20
3.3.3 Álcool Etílico	20
<b>3.3 PREPARAÇÃO E RESPOSTA A ACIDENTES</b>	<b>21</b>
3.3.1 Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Perigosos (P2R2)	21
3.3.2 Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional (PNC)	24
<b>4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>25</b>
<b>4.1 GEOMORFOLOGIA</b>	<b>27</b>
<b>4.2 INFORMAÇÕES PEDOLÓGICAS</b>	<b>28</b>
<b>4.3 VEGETAÇÃO E USO DO SOLO</b>	<b>32</b>
<b>4.4 RECURSOS HÍDRICOS</b>	<b>34</b>
<b>4.5 PLUVIOSIDADE</b>	<b>38</b>
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>40</b>
<b>5.1 ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS</b>	<b>40</b>
<b>5.2 PROGRAMAS COMPUTACIONAIS</b>	<b>41</b>
<b>5.3 METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO AMBIENTAL – P2R2</b>	<b>41</b>
5.3.1 Atividade potencialmente impactante	43
5.3.2 Áreas contaminadas e passivos ambientais	43
5.3.3 Sítios frágeis ou vulneráveis	44

5.3.4	Histórico de ocorrência de acidentes ambientais	45
5.3.5	Unidades de resposta	45
5.3.6	Junção das camadas e finalização	45
5.3.7	Classificando as relações para a criação de um mapa de risco	46
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>46</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>58</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b>	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE</b>	<b>66</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Mapa rodoviário do Distrito Federal.....	8
Figura 3.2 – Gráfico da porcentagem do envolvimento das modalidades de transporte nos acidentes com mortes e vítimas com lesões graves em 2014 (IPEA, 2015). ....	10
Figura 3.3 – Gráfico da porcentagem dos custos dos acidentes nas rodovias federais associados às modalidades de transporte em 2014 (IPEA, 2015). ....	10
Figura 3.4 - Número total de acidentes ambientais registrados pelo Ibama no período de 2006 a 2013 (IBAMA, 2014). ....	12
Figura 3.5 - Somatório dos registros de acidentes de 2006 a 2013 (IBAMA, 2014). ....	13
Figura 3.6 - Quantitativo de acidentes ambientais registrados por local de ocorrência referente aos anos de 2012 e 2013 (IBAMA, 2014).....	13
Figura 3.7 - Comparativo do número de acidentes registrados pelo Ibama por classe de risco no ano de 2013 (IBAMA, 2014). ....	14
Figura 3.8 - Quantitativo de acidentes registrados pelo Ibama, por tipo de evento, no ano de 2013 (IBAMA, 2014). ....	15
Figura 3.9 – Organograma proposto pelo P2R2 (MMA, 2004). ....	23
Figura 4.10 - Mapa de localização das Regiões Administrativas do DF.....	26
Figura 4.11 - Mapa Geomorfológico do DF.....	27
Figura 4.12 - Mapa Hipsométrico do DF. ....	28
Figura 4.13 – Mapa Pedológico do DF . ....	29
Figura 4.14 - Mapa das Características do Relevo do DF. ....	32
Figura 4.15 - Mapa de Vegetação e do Uso do Solo no DF. ....	33
Figura 4.16 – Mapa da Regiões e Bacias Hidrográficas do DF. ....	35
Figura 4.17 - Mapa dos Pontos de Captação da Caesb no DF. ....	36
Figura 4.18 - Mapa da Outorga dos Pontos de Captação Superficial para Abastecimento Humano no DF. ....	36
Figura 4.19 – Mapa com as Isoietas médias do DF, período de 1977 a 2006. ....	39
Figura 5.20 - Fluxograma metodológico. ....	40
Figura 5.21 – Exemplo ilustrativo de delimitação de áreas de risco ambiental (MMA, 2004).....	42
Figura 5.22 – Fluxograma para a delimitação de sub-bacias com a ferramenta Arc Hydro. ....	44

Figura 6.23 – Camadas mínimas de informação para a geração de um mapa de riscos ambientais relacionado ao Distrito Federal. ....	48
Figura 6.24 – Mapa com as Áreas de Risco Ambiental na captação superficial da Caesb provenientes de Acidentes Ambientais Rodoviários. ....	49
Figura 6.25 – Mapa de Riscos Ambientais do Transporte Rodoviário na Captação de Águas Superficiais da Caesb no DF. ....	50
Figura 6.26 – Mapa das Áreas de maior Risco Ambiental do Transporte Rodoviário na Captação de Águas Superficiais da Caesb no DF.....	51
Figura 6.27 – Mapa das Áreas de Risco Ambiental do transporte rodoviário nos pontos de Outorga Superficial para Abastecimento Humano no Distrito Federal.....	53
Figura 6.28 – Mapa de Risco Ambientais do Transporte Rodoviário nos Pontos de Outorga Superficiais para Abastecimento Humano no DF. ....	55
Figura 6.29 – Áreas de maior Risco Ambiental do Transporte Rod. nos Pontos de Outorga Superficiais para Abastecimento Humano no DF. ....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Evolução do número total de acidentes de trânsito em rodovias federais no Brasil e no DF - 2007 – 2017 (CNT, 2018b).....	9
Tabela 3.2 – Número de veículos separados pela categoria do transportador - 2018 (CNT, 2018b).....	11
Tabela 3.3 – Idade média dos veículos, por tipo de veículo segundo categoria do transportador - 2018 (CNT, 2018a).....	12
Tabela 3.4 - Propriedades Física, Químicas e Ambientais da Gasolina Automotiva (CETESB, 2018).....	19
Tabela 3.5 - Propriedades Física, Químicas e Ambientais do Óleo Combustível (CETESB, 2018).....	20
Tabela 3.6 - Propriedades Física, Químicas e Ambientais do Álcool Etílico (CETESB, 2018).....	21
Tabela 4.7 – Pontos de captação das águas superficiais para abastecimento urbano no DF e informações adicionais (adaptado CAESB, 2019). ....	38

Tabela 5.8 – Base de dados utilizada no trabalho.....	41
Tabela 5.9 – Grau de Risco adotado associado as camadas. ....	46

## **LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES**

Adasa	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF
ANA	Agência Nacional de Águas
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ANTT	Agencia Nacional de Transporte Terrestre
BH	Bacia Hidrográfica
Caesb	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
Cetesb	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DF	Distrito Federal
GDF	Governo do Distrito Federal
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Ibram	Instituto Brasília Ambiental
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
Inpe	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
NFPA	National Fire Protection Association
Oemas	Organizações Estaduais de Meio Ambiente
PAE	Plano de Ação de Emergência
PNC	Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
RA	Regiões Administrativas
RH	Rede Hidrográfica
Seplag	Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Gestão
Sisnama	Sistema Nacional do Meio Ambiente

# 1. INTRODUÇÃO

O Distrito Federal passou recentemente por uma crise em seu sistema de abastecimento de água (2016-2018). Como forma de solucionar os problemas, foram adotadas medidas de racionamento coletivo e a criação de novos pontos de captação de água. Além da recente utilização do lago Paranoá como manancial de abastecimento, um novo sistema está sendo construído a fim de captar água do Reservatório de Corumbá IV/GO. O sistema irá abastecer municípios do Estado de Goiás e parte do Distrito Federal.

Com o aparente fim dos problemas de abastecimento, e uma garantia mínima por parte do Governo do Distrito Federal de sustentabilidade do sistema por aproximadamente 20 anos, foi levantado, pelo autor, um questionamento quanto à vulnerabilidade e os riscos que o sistema está exposto. Na ausência da água, houve uma maior preocupação pelo uso consciente e efetivo em termos quantitativos. Entretanto, será que o sistema de abastecimento de água do DF estaria preparado para um fator surpresa que afetasse a qualidade da água, colocando em risco a saúde da população?

Deve existir a preocupação com essa questão, pois os corpos d'água sempre estarão sujeitos a todo e qualquer tipo de contaminação. A temática deve ser pensada em conjunto ao crescimento populacional e os usos futuros do território, assim como pelos usos consuntivo e não consuntivo. Estratégias devem ser adotadas no intuito de melhorar o planejamento do território a fim de garantir a disponibilidade de água, em termos de quantidade e qualidade, para atuais e futuras gestões.

A preocupação referente ao “fator surpresa” surgiu após o tombamento de um caminhão tanque na região administrativa de Águas Claras/DF, no ano de 2018, que transportava combustíveis. Na ocasião, o motorista foi apontado como o responsável pela ocorrência, sendo considerado um acidente ambiental ocasionado por falha humana. Foram despejados 20 mil litros de gasolina e 10 mil litros de óleo diesel. Ao escorrer pelo sistema de drenagem da pista de rolamento, boa parte do combustível atingiu o córrego Samambaia um dos afluentes do lago Paranoá. Este tipo de acidente não é algo que possa ser previsto.

A situação é ainda mais complexa, pois as medidas para conter os contaminantes não conseguem impedir todos os impactos gerados e a remediação de corpos aquáticos, além de apresentar custos elevados, nem sempre será realizada de forma rápida e precisa.

No caso do acidente de Águas Claras, não houve contaminação na área de captação de água do lago Paranoá, pois ela está localizada em uma área de influência distante da área possivelmente impactada, em outro braço do Lago.

Contudo, o ponto de captação do lago Paranoá está situado em uma área onde as bacias afluentes, ou de drenagem direta ao lago, apresentam usos e ocupações do solo extremamente diversificados, tais como áreas protegidas do Cerrado, áreas rurais, áreas com piscicultura e áreas com considerável densidade urbana e pistas de rolamento (CAESB, 2019). Esta realidade também se repete em outros pontos do território do Distrito Federal, nos quais são expressivos os riscos de contaminação dos corpos hídricos, podendo, dependendo do evento, ocasionar interferência na captação e, consequente, no abastecimento para a população distrital.

De acordo com informações disponibilizadas nos Relatórios de Acidentes Ambientais do Ibama referentes aos anos 2013 e 2014 (IBAMA, 2014; IBAMA, 2015), a maioria dos acidentes ambientais que ocorrem no Brasil acontecem em rodovias e, em grande parte, com derramamento de líquidos. Essas informações são extremamente preocupantes quando associadas ao fato de que o modal rodoviário é o mais utilizado no sistema brasileiro de transporte.

O Art. 225, § 1º, inciso V da nossa Constituição cita que “devemos controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente” (BRASIL, 1988). Assim como defende o inciso IX, Art. 3º da Lei distrital 3.944/2007, que:

Art. 3º O Poder Executivo, por meio de seus órgãos competentes, deverá coletar, sistematizar e atualizar anualmente informações necessárias para a consolidação de indicadores ambientais que subsidiem a elaboração e a revisão de: IX – mapeamento das áreas de risco ambiental no Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2007).

Torna-se fundamental, portanto, que as atividades que produzam riscos ao sistema de abastecimento público sejam conhecidas, estudadas, mapeadas, para depois haver o controle, por meio de um planejamento e uma gestão eficiente.

O presente trabalho teve por objetivo mapear os riscos de contaminação dos pontos de captação superficial de água para consumo humano do Distrito Federal ocasionados por acidentes ambientais rodoviários.



Os mapas de risco de contaminação foram gerados por meio de uma adaptação da metodologia para identificação, caracterização e mapeamento de áreas de risco ambiental, apresentada no “Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos”, o P2R2 do Ministério do Meio Ambiente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Mapear e analisar áreas de maior vulnerabilidade para acidentes ambientais de origem rodoviária no Distrito Federal que possam contaminar os corpos hídricos, interferindo no abastecimento público.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar o mapeamento de áreas de risco no sistema de captação de águas superficiais para abastecimento público da Caesb e dos pontos de outorga superficial para consumo humano no DF frente à possibilidade de ocorrência de acidentes ambientais rodoviários;
- Realizar um levantamento das competências e responsabilidades associadas aos órgãos públicos do Distrito Federal para controle e atendimento de acidentes ambientais;
- Indicar regiões prioritárias para as ações de prevenção, preparação e resposta rápida a emergências ambientais.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 ACIDENTES AMBIENTAIS**

Os acidentes ambientais podem ser descritos como eventos indesejados e não planejados que podem causar, por vias diretas ou indiretas, danos ao meio ambiente, à saúde da população e a biodiversidade (IBAMA, 2014). Outros conceitos podem ser observados no apêndice.

Os produtos perigosos são aqueles que apresentam riscos para as pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente. Estes produtos possuem classificações para facilitar sua identificação e evitar, de certa forma, possíveis acidentes, assim como suas embalagens são diferenciadas. Dentre as classes estão presentes os produtos tóxicos, os produtos inflamáveis e os corrosivos, mais conhecidos do público em geral. Por apresentar grandes quantidades de um produto perigoso na maioria das vezes, o transporte deles envolve cuidados específicos, em caso de acidente, apresentam uma possibilidade de gerar um grande impacto.

Para Chupil (2014) as principais causas para a existência de um acidente ambiental estão relacionadas às falhas mecânicas, às falhas humanas e à negligência dos responsáveis por determinado processo. Associados a questão da causa dos acidentes ambientais, existem dois conceitos que se ligam diretamente à problemática, os desastres naturais e os desastres tecnológicos. O primeiro conceito se relaciona com os fenômenos da natureza que não podem ser evitados, podendo, no entanto, ser intensificados devido às ações humanas. O segundo conceito apresenta uma ligação direta com as atividades humanas, no qual os acidentes podem e devem ser evitados.

Uma das maneiras de evitar os desastres tecnológicos envolve a criação de meios de capacitação e orientação nas empresas e instituições públicas que trabalham com atividades de riscos elevados. Com o intuito de atingir maior conhecimento e possível controle dos processos causadores de impactos. Em conjunto com as atividades de capacitação e orientação, deve-se investir em sistemas de gerenciamento de riscos, buscando em estudos internos das empresas ou estudos relacionados à administração pública, criar, organizar, planejar e dirigir esforços para a diminuição dos riscos que possam afetar a saúde dos funcionários, dos servidores, da população, das instalações e do meio ambiente.

Segundo a lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, em especial os incisos IV e V do artigo 9º, o Estado dispõe de instrumentos a exemplo do uso do licenciamento ambiental e do incentivo para práticas que visem à melhoria da qualidade ambiental. Diante disso, o gerenciamento de riscos é uma prática garantida pela lei e a utilização de tecnologias associadas a ele facilitam os processos e aumentam as chances de garantir uma melhoria da qualidade ambiental.

Uma forma de lidar com as emergências químicas e evitar grandes danos está ligada a questão de trabalhar com o sistema de gestão de emergência. Por meio de um plano de contingência, que traga os procedimentos com o objetivo de minimizar os impactos de qualquer natureza, não esquecendo de considerar os interesses específicos dos setores e instituições envolvidas em quais sejam as atividades (LOPES *et al.*, 2007). Com o uso de planos de contingência, problemas de acidentes ambientais que, em sua grande maioria, são associados ao transporte rodoviário de produtos perigosos podem ser geridos e evitados (IBAMA, 2014).

Para Lopes *et al.* (2007), dentro das etapas de um plano de contingência há a presença dos procedimentos de limpeza, diante de um impacto que podem ser descritos por tais passos: a) estratégias de limpeza adequadas a cada tipo de ecossistema; b) disponibilidade de recursos materiais e equipamentos; c) oferta de mão-de-obra capacitada; e d) gerenciamento dos resíduos gerados.

Deve-se ter um olhar especial quando abordamos as bacias hidrográficas, pois esse ambiente poderá ser essencial para o nível de planejamento. Visto que com o crescimento das cidades e a necessidade por água, a preocupação pela qualidade deve ser aumentada. Antes da tomada de decisão pública, os comitês de bacia devem estar presentes nas discussões, entrando no processo de planejamento de risco. Na fala de Machado (2005), deve ser de interesse dos governantes gerir uma bacia hidrográfica e suas microbacias em uma perspectiva integrada, como determina a lei, onde se deve administra-las com o intuito de evitar sua deterioração.

Diante do exposto, no caso da ocorrência de um acidente com produtos perigosos no transporte, segundo Nardocci e Leal (2006), o primeiro ator a ser acionado é a Polícia Rodoviária que aciona o Corpo de Bombeiros da região, no caso de rodovias estaduais. No estado de São Paulo, caso ocorra o derramamento de produto químico é acionado o Setor de Operações de Emergência da Cetesb. Os mesmos autores citam que em trechos de

rodovias privatizadas, os responsáveis por aquele trecho são comunicados e nos trechos estaduais, o DER e nas vias urbanas os competentes locais de trânsito são acionados.

No Brasil, o responsável pela regulamentação do transporte de cargas e produtos perigosos em rodovias e ferrovias é a ANTT, criada pela Lei nº 10233 de 5 de junho de 2001. Estabelecendo normas técnicas complementares e padrões para as operações do transporte terrestre de cargas especiais e perigosas (SANTOS e SILVA, 2018).

Tal regulamentação se deu nos termos da Resolução nº 3665, instituída em 4 de maio de 2011. Nesse processo a ANTT utilizou-se de algumas instruções elaboradas pela Organização das Nações Unidas (ONU), como na Resolução 5232/2016, que complementa a Resolução nº 420, instituída em 12 de fevereiro de 2004. Segundo Santos e Silva (2018), as instruções se baseiam em segurança no transporte dos produtos perigosos, dentre elas o limite da quantidade transportada, exigências de embalagens e a inclusão de instruções do transporte de novos produtos químicos perigosos.

### **3.1.1 Caracterização do Transporte e dos Acidentes Rodoviários**

Pelo Anuário Estatístico de Transportes 2010-2017, disponibilizado pelo Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil – MTPA em 2018, existem, no geral em termos de infraestrutura no Brasil: 1,6 milhões de km em rodovias, 30,6 mil km de ferrovias, 21 mil km em hidrovias, 20 mil km de dutovias, 7,3 mil km na costa marinha, 178 instalações portuárias e 108 aeroportos. Ainda segundo o estudo, observa-se que o setor de transportes é responsável por 46,6% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no país, havendo um aumento percentual de 14,1% na quantidade da emissão de 2010 para 2017 (MTPA, 2018).

De acordo com o CNT (2018a), o DF possui uma frota de 1.792.021 unidades, com extensão pavimentada de 912 km, sendo desses 207 km de domínio Federal e 705 km de extensão Estadual Transitória, Estadual e Municipal. Quanto à classificação das características avaliadas por km, no quesito “Estado Geral” o DF apresenta mais de 75% avaliada como boa e regular, para o “pavimento” 45,3% são considerados ótimos; para a “sinalização” 39,2% regular, 39,2% como boa e 17,2% ótima; por último, a “Geometria da Via” com 34,9 % ótima, 27,8% boa e 21% ruim.

No estudo desenvolvido pela CNT (2018a) das rodovias avaliadas, apenas três delas apresentaram a classificação de ótima para os quatro requisitos citados numa visão geral no

parágrafo anterior. As rodovias de destaque foram: BR-040 (8 km de extensão), BR-050 (8 km de extensão) e a DF-345/BR-010 (10 km de extensão). Entretanto a rodovia que recebeu a pior classificação foi a DF-230, recebendo a classificação de regular para pavimento e ruim para o restante. Comparando com o cenário nacional, neste mesmo estudo, o DF é o que apresenta melhor classificação pela geometria da via. Nos outros requisitos ele aparece entre a décima e a décima quinta posição. Na figura 3.1 representa-se o mapa rodoviário do DF, possibilitando uma visão espacial das rodovias dentro do território.

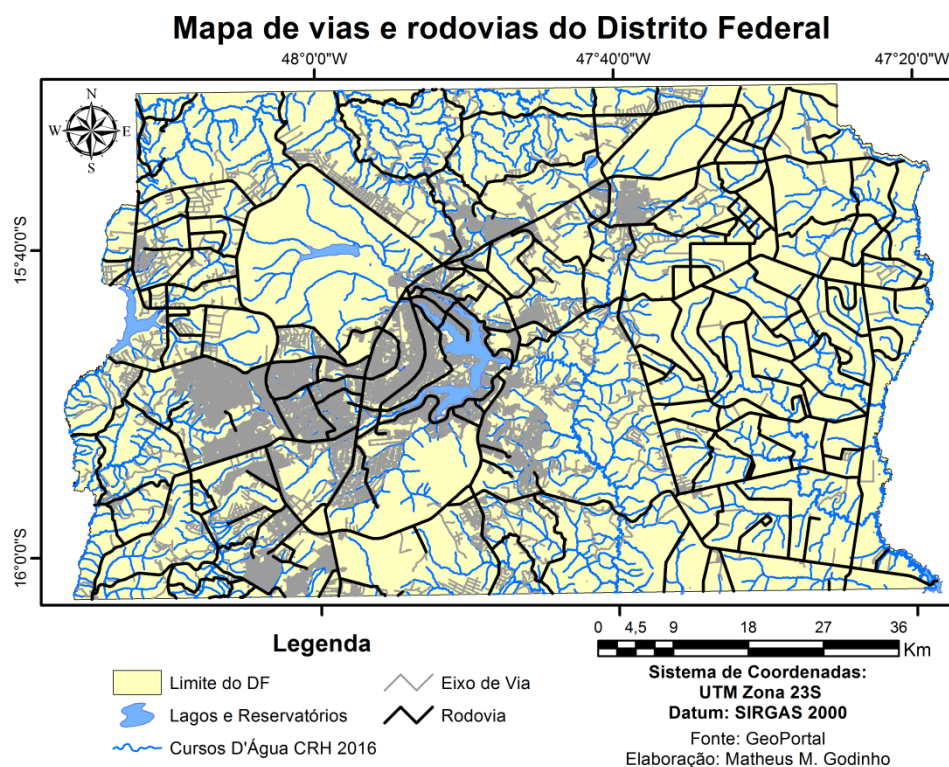


Figura 3.1 – Mapa rodoviário do Distrito Federal.

Quanto ao total de acidentes e de mortos em Rodovias Federais, pelo Anuário do MTPA (2018), pode-se observar uma diminuição entre os acidentes de 2013 a 2017 e uma diminuição de mortos por acidentes rodoviários de 2012 a 2017, havendo menores índices a cada ano. Segundo o Ipea (2015), em 2014 a maioria das mortes ocorridas em Rodovias Federais foram ocasionadas por colisão frontal com 33,7%, seguido por atropelamento de pessoa com 14,6% e saída de pista com 11,3%. Entretanto, neste mesmo ano o maior

número de acidentes causados foi por meio de colisão traseira com 29,2%, seguido por colisão lateral com 16,5% e saída de pista 14,9%.

Os acidentes em Rodovias Federais em 2014 foram associados em sua grande parte à falta de atenção, apresentando 32,6% dos casos, seguido por outras causas com 23,0 % e a causa velocidade incompatível com 10,5. Quando se olha para os acidentes com morte as outras causas apresentaram 37,1% de associação, em segundo lugar a falta de atenção com 20,3% e logo depois a velocidade incompatível 13,1, chamando a atenção que essas três causas são as mais relacionadas na ocorrência de acidentes. De maneira geral, as causas que aparecem após essas primeiras colocações para ambos os acidentes são: ultrapassagem indevida, ingestão de álcool, desobediência à sinalização e não guardar distância de segurança, a última mais relacionada a acidentes (IPEA, 2015). Na Tabela 3.1 pode ser visualizado o histórico de acidentes de trânsito em Rodovias Federais de 2007 a 2017.

A Figura 3.2 representa o grau de severidade das modalidades de transporte, em que os caminhões estiveram envolvidos em 33,4% dos acidentes nas rodovias federais, mas 43,0% das mortes totais havia o envolvimento de pelo menos uma unidade desse tipo de veículo, assim como o envolvimento em 25,7% dos casos com vítimas com lesões graves, levando-se em consideração os dados de transporte do ano de 2014 (IPEA, 2015). Na Tabela 3.2 será possível observar o número de veículos por categoria do transportador, sendo separados os seus tipos.

Tabela 3.1 - Evolução do número total de acidentes de trânsito em rodovias federais no Brasil e no DF - 2007 – 2017 (CNT, 2018b)

Região e Unidade da Federação	Acidentes de Trânsito										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Brasil</b>	<b>1.145</b>	<b>1.045</b>	<b>1.228</b>	<b>1.299</b>	<b>1.583</b>	<b>1.448</b>	<b>1.535</b>	<b>1.327</b>	<b>1.040</b>	<b>1.066</b>	<b>1.093</b>
Distrito Federal	1.145	1.045	1.228	1.299	1.583	1.448	1.535	1.327	1.040	1.066	1.093

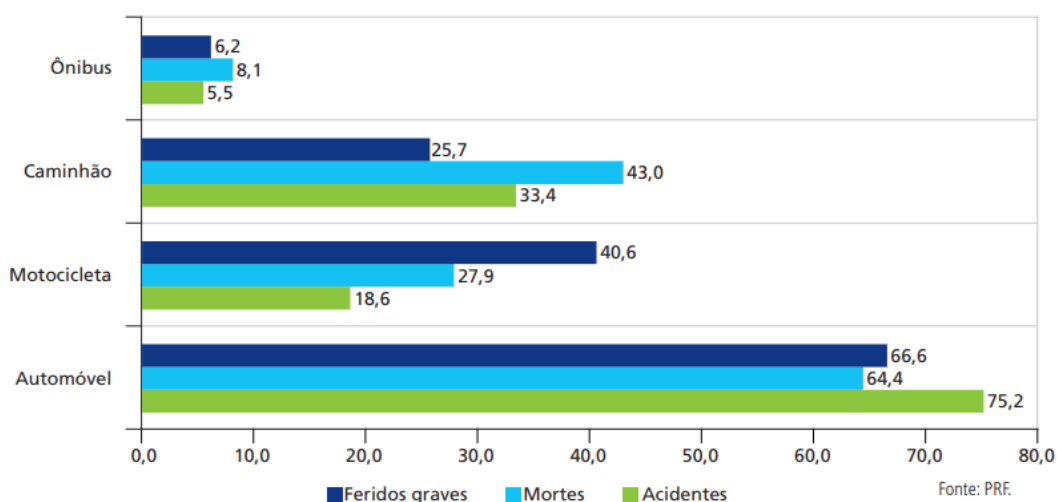


Figura 3.2 – Gráfico da porcentagem do envolvimento das modalidades de transporte nos acidentes com mortes e vítimas com lesões graves em 2014 (IPEA, 2015).

Segundo dados do Ipea (2015), os 170 mil acidentes de trânsito no ano de 2014 ocorridos nas Rodovias Federais brasileiras, geraram um custo para a sociedade de R\$ 12,3 bilhões. É possível observar a divisão dos custos, em porcentagem, pelos modais de transporte na Figura 3.3, no qual envolve a explicação apresentada na Figura 3.2, sendo aqueles acidentes que envolvem pelo menos uma unidade do veículo apresentam a porcentagem de custo.

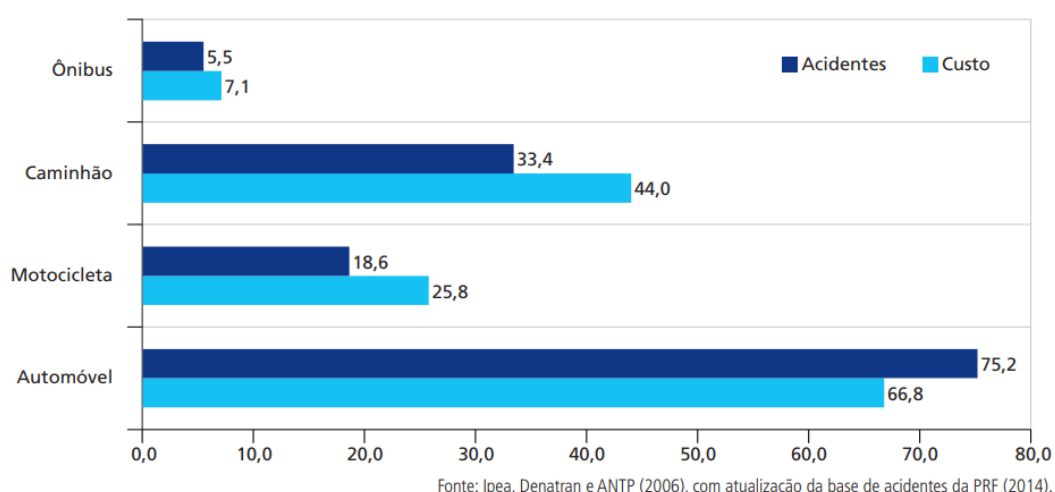


Figura 3.3 – Gráfico da porcentagem dos custos dos acidentes nas rodovias federais associados às modalidades de transporte em 2014 (IPEA, 2015).



Tabela 3.2 – Número de veículos separados pela categoria do transportador - 2018 (CNT, 2018b).

Tipo de Veículo	Total de transportadores			
	Autônomos	Empresas	Cooperativas	Total
CAMINHÃO LEVE (3,5T A 7,99T)	71.723	49.599	1.090	<b>122.412</b>
CAMINHÃO SIMPLES (8T A 29T)	256.982	223.727	3.813	<b>484.522</b>
CAMINHÃO TRATOR	143.730	302.313	7.834	<b>453.877</b>
CAMINHÃO TRATOR ESPECIAL	599	1.537	36	<b>2.172</b>
CAMINHONETE / FURGÃO (1,5T A 3,49T)	52.258	29.829	380	<b>82.467</b>
REB/MIMADO IRM NB	2	6	0	<b>8</b>
REBOQUE	8.726	30.136	304	<b>39.166</b>
SEMI-REBOQUE	126.638	450.253	9.417	<b>586.308</b>
SEMI-REBOQUE COM 5ª RODA /	442	1.143	74	<b>1.659</b>
BITREM	154	1.181	8	<b>1.343</b>
SEMI-REBOQUE ESPECIAL	13.082	7.110	187	<b>20.379</b>
UTILITÁRIO LEVE (0,5T A 1,49T)	350	641	4	<b>995</b>
VEÍCULO OPERACIONAL DE APOIO	674.686	1.097.475	23.147	<b>1.795.308</b>
<b>Total</b>	<b>1.349.372</b>	<b>2.194.950</b>	<b>46.294</b>	<b>3.590.616</b>

Diante disso, são expostas nas Tabelas 3.2 e 3.3, a contabilização dos veículos relacionados à área de transporte no DF, que estão envolvidos de alguma forma com o território, não necessariamente apresentam placa do DF, assim como a idade média de cada seguimento, sendo as duas figuras uma representação do ano de 2018 (CNT, 2019).

Tabela 3.3 – Idade média dos veículos, por tipo de veículo segundo categoria do transportador - 2018 (CNT, 2018a).

Tipo de Veículo	Categoria do Transportador			
	Autônomos	Empresa	Cooperativas	Total
CAMINHÃO LEVE (3,5T A 7,99T)	19,7	9,8	9,9	<b>13,2</b>
CAMINHÃO SIMPLES (8T A 29T)	23,4	10,9	15,6	<b>16,6</b>
CAMINHÃO TRATOR	18,5	8,7	15,4	<b>14,2</b>
CAMINHÃO TRATOR ESPECIAL	15,9	7,2	9,8	<b>10,9</b>
CAMINHONETE / FURGÃO (1,5T A 3,49T)	9,9	7,4	7,7	<b>8,3</b>
REB/MIMADO IRM NB	9,5	4,0	0,0	<b>4,5</b>
REBOQUE	20,2	9,8	15,4	<b>15,1</b>
SEMI-REBOQUE	15,6	9,6	12,8	<b>12,6</b>
SEMI-REBOQUE COM 5ª RODA / BITREM	11,5	10,2	9,4	<b>10,4</b>
SEMI-REBOQUE ESPECIAL	13,5	9,3	15,5	<b>12,8</b>
UTILITÁRIO LEVE (0,5T A 1,49T)	13,3	8,3	9,0	<b>10,2</b>
VEÍCULO OPERACIONAL DE APOIO	24,6	17,3	21,8	<b>21,2</b>
Total	16,3	9,4	11,8	<b>12,5</b>

### 3.1.2 Histórico dos Acidentes Ambientais

De acordo com dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA, 2014), entre os anos de 2006 a 2013 foram registrados mais de 3900 acidentes ambientais no Brasil, representados na Figura 3.4.

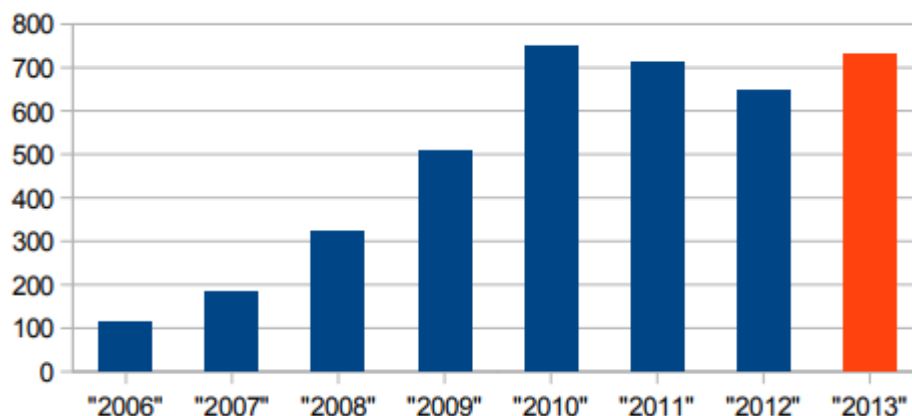


Figura 3.4 - Número total de acidentes ambientais registrados pelo Ibama no período de 2006 a 2013 (IBAMA, 2014).

Os dados apresentados por IBAMA (2014) podem ser analisados em cada unidade da Federação. Na Figura 3.5, pode-se observar a quantidade de acidentes ambientais por estado durante o período de 2006 a 2013. Da observação da figura, extrai-se que a região sul e sudeste são as que apresentam maiores casos registrados.

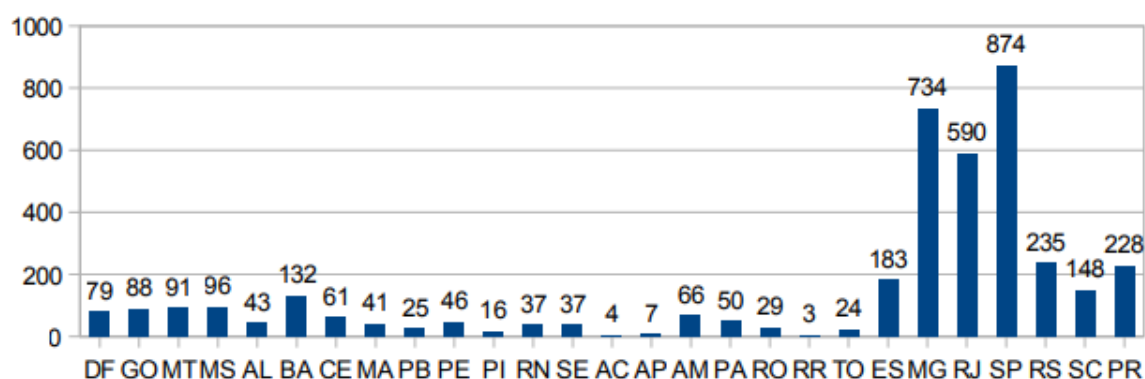


Figura 3.5 - Somatório dos registros de acidentes de 2006 a 2013 (IBAMA, 2014).

Da observação da Figura 3.6 do quantitativo de acidentes ambientais registrados em tais locais nos anos 2012 e 2013, pode-se concluir que os acidentes ambientais acontecem, em sua maioria, em rodovias, seguidos pela classificação outros, pelas plataformas, nas indústrias e ferrovias.

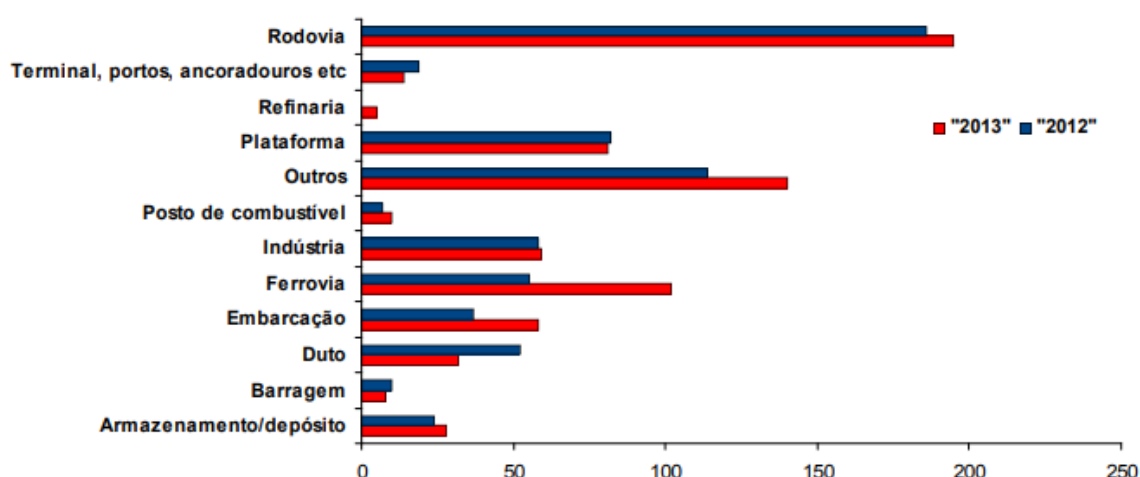


Figura 3.6 - Quantitativo de acidentes ambientais registrados por local de ocorrência referente aos anos de 2012 e 2013 (IBAMA, 2014).

Segundo o Ibama (2014) em seu Relatório de Acidentes Ambientais, grande parte desses acidentes são ocasionados por líquidos inflamáveis e aqueles valores que aparecem com a legenda de não classificado na Figura 3.7, por vezes são poluentes líquidos não identificados, sejam eles inflamáveis ou não. Da mesma forma em conjunto com a Figura 3.8, leva-se a pensar para na quantidade de líquidos que possivelmente foram derramados no meio ambiente em apenas um ano e a capacidade de resposta das localidades. Sem levar em consideração os possíveis impactos dos outros eventos mostrados, que podem ter causado sérios problemas ambientais, para a população e a para a biodiversidade local.

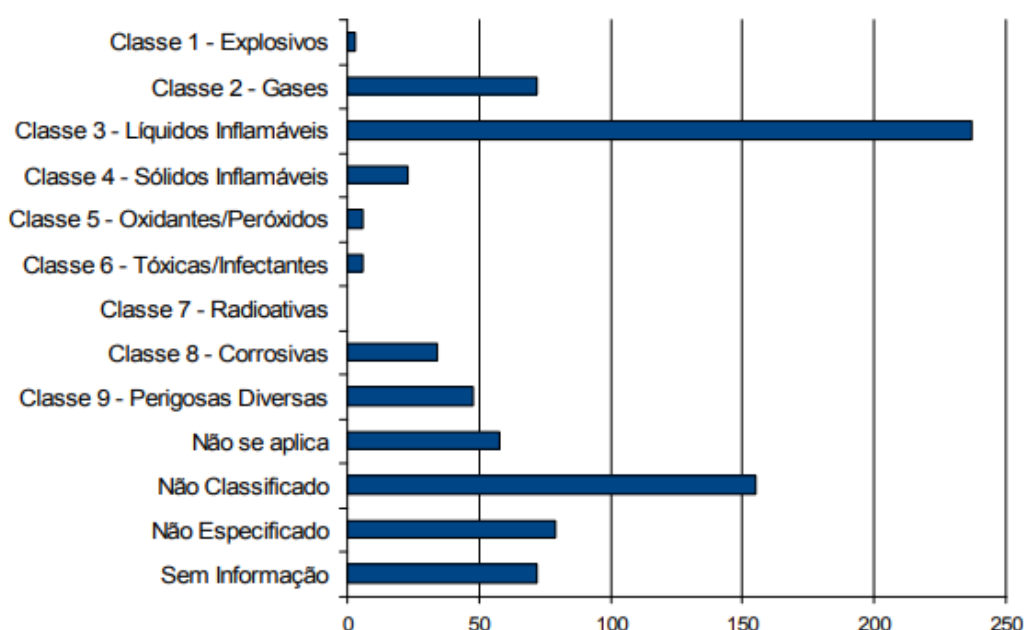


Figura 3.7 - Comparativo do número de acidentes registrados pelo Ibama por classe de risco no ano de 2013 (IBAMA, 2014).

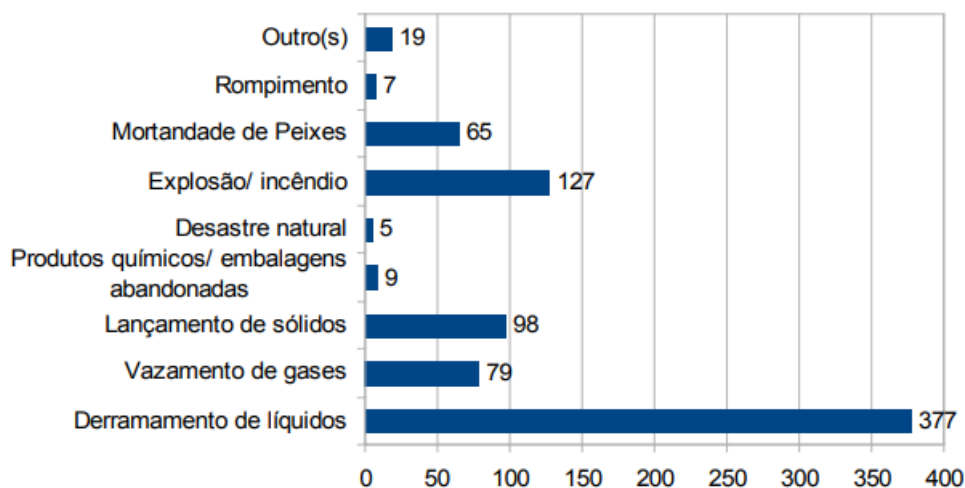


Figura 3.8 - Quantitativo de acidentes registrados pelo Ibama, por tipo de evento, no ano de 2013 (IBAMA, 2014).

Por outro lado, percebe-se o percentual de atuação das instituições diante de um acidente ambiental e nota-se que os responsáveis pelas ações de resposta entre os anos de 2010 a 2014 são as Oemas e ao Corpo de Bombeiro (IBAMA, 2015).

Diante disso, os dados extraídos dos relatórios de acidentes ambientais do Ibama, servem para dar um panorama de como está a situação em território nacional, levantando uma alerta para a grande quantidade de acidentes ambientais em rodovias e o envolvimento de líquidos.

Segundo Haddad (2017), o número de atendimentos emergenciais realizados pela CETESB no estado de São Paulo nos anos de 2008 a 2017 apresentou uma média anual de 403 ocorrências. Entretanto, essas ocorrências estão relacionas aos eventos em que houve a participação da CETESB, portanto não representa o total de emergências química ocorridas no estado.

Por meio de uma pesquisa realizada na plataforma de emergências químicas da Cesteb com o intuito de conhecer melhor o sistema e repetir os passos do estudo de Haddad (2017). Foi observado o período de primeiro de janeiro de 2010 até primeiro de janeiro de 2019, no qual foram registrados 3392 acidentes, com média de 339,2 ocorrências por ano, dessas ocorrências, 1907 aconteceram no modal rodoviário, aproximadamente 56%. Dentre esse universo de emergências químicas as causas que aparecem com maior frequência são

tombamento com 25,56%, colisão/choque com 14,15% e 7,93% de incêndios (CETESB, 2019).

Um dos objetivos do estudo é levantar as características e o histórico dos acidentes ambientais do DF, além de outras informações relacionadas à questão. Portanto, mais informações serão apresentadas na sessão dos resultados e discussão.

### **3.2 POLUENTES LÍQUIDOS**

Os poluentes líquidos também conhecidos como efluentes líquidos, são substâncias que quando lançadas em um meio podem causar sérios danos. Eles entram em contato com meio ambiente através de atividades humanas, como despejos de esgoto sanitário, da agricultura, da indústria e algumas vezes por acidentes ambientais.

Por meio da Resolução nº 5.232, de 14 de dezembro de 2016 da ANTT consegue-se fazer classificações dos produtos ou artigos perigosos no transporte de carga, a seguir foram exposta as classes e subclasses:

- Classe 1 – Explosivos:
  - Subclasse 1.1: Substâncias e artigos com risco de explosão em massa;
  - Subclasse 1.2: Substâncias e artigos com risco de projeção, mas se risco de explosão em massa;
  - Subclasse 1.3: Substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão ou de projeção ou ambos, mas sem risco de explosão em massa;
  - Subclasse 1.4: Substâncias e artigos que não apresentem risco significativo;
  - Subclasse 1.5: Substâncias muito insensíveis, com risco de explosão em massa;
  - Subclasse 1.6: Artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa.
- Classe 2 – Gases:
  - Subclasse 2.1: Gases inflamáveis;
  - Subclasse 2.2: Gases não-inflamáveis, não-tóxicos;
  - Subclasse 2.3: Gases tóxicos.

- Classe 3 – Líquidos Inflamáveis;
- Classe 4 – Sólidos Inflamáveis; substâncias sujeitas a combustão espontânea e substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis:
  - Subclasse 4.1: Sólidos inflamáveis, substâncias autorreagentes e explosivos sólidos insensibilizados;
  - Subclasse 4.2: Substâncias sujeitas à combustão espontânea;
  - Subclasse 4.3: Substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis.
- Classe 5 – Substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos:
  - Subclasse 5.1: Substâncias oxidantes;
  - Subclasse 5.2: Peróxidos orgânicos.
- Classe 6 – Substâncias tóxicas e substâncias infectantes:
  - Subclasse 6.1: Substâncias tóxicas;
  - Subclasse 6.2: Substâncias infectantes.
- Classe 7 – Materiais Radioativos;
- Classe 8 – Substâncias Corrosivas;
- Classe 9 – Substâncias e artigos perigosos diversos.

O responsável por classificar os produtos perigosos para o transporte deverá ser o próprio fabricante ou o expeditor, ou ainda pela autoridade competente quando necessário (ANTT, 2016).

Um problema que se pode observar com as classificações apresentadas na Resolução da ANTT citada anteriormente está relacionado à falta de classes de risco para produtos de origem orgânica. No qual os danos causados por algum acidente poderiam ser significativos, causando mortandades de peixes e provavelmente impactaria os pontos de captação de água.

As propriedades físicas e químicas dos produtos irão gerar reações específicas tanto no meio sólido como em líquido. Porém, há casos em que os fluidos estão sob pressão e na presença de um evento inesperado, pode correr uma alteração na superfície de armazenamento ou algum problema com suas válvulas, dependendo do produto, este poderá ser liberado sobre a forma gasosa. Outro fator que deve estar atento é para a

reatividade de alguns químicos para a água. Bem como ter conhecimento se existirá mistura e acontecendo, se será homogênea ou heterogênea.

Após observar as classificações percebemos que os combustíveis são considerados poluentes líquidos e também líquidos inflamáveis, de classe 3. Grande parte do transporte rodoviário está relacionada à questão dos combustíveis. O diesel e a gasolina tem como origem o petróleo, quando expostos em água flutuam, pela diferença de densidade. Caso ocorra um acidente com essas cargas, há uma maior chance de diminuir os impactos e promover ações de resposta rápida. Entretanto, por outro lado, os efeitos físico-químicos podem afetar a qualidade do solo, a vida aquática até chegar aos seres humanos. Em seu relatório geral a CNT (2018) informou que no setor de transporte brasileiro o consumo de energia por diesel fóssil contabiliza 44% do consumo, para a gasolina 29,4% contanto a utilizada na aviação e para o etanol, 16,4%.

Existe uma grande chance de um contaminante em um meio aquático, alterar as características físico-químicas, no qual os efeitos de alguns dos contaminantes são mais conhecidos. Entretanto outros contaminantes precisam ser identificados através de análises de pH, DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio), as vezes com análise laboratorial mais robusta. Uma das piores situações em um acidente ambiental é de lidar com produtos solúveis, pois não será possível recolher ou conte-los em sua grande maioria, gerando maiores probabilidades de impactos.

Segundo Castello *et al.* (2011), alguns dos combustíveis brasileiros apresentam suas particularidades. O caso da gasolina brasileira é uma delas, este combustível recebe entre 24% a 26% de álcool anidro (100%), para melhorar o desempenho do motor e também com uma justificativa para reduzir as emissões de poluentes. Entretanto essa mistura modifica comportamento das soluções em acidentes ambientais com vazamento, pois irá alterar a miscibilidade da gasolina, portanto a gasolina brasileira apresenta comparando com gasolina com baixo ou nenhum teor de álcool, maior solubilidade em água, possivelmente causando impactos maiores em caso de acidentes.

Outro fator preocupante relacionado aos combustíveis, principalmente os de origem do petróleo, são suas substâncias como os chamados BTEX, nome do grupo dos compostos dos hidrocarbonetos: tolueno, benzeno, xilenos e etilbenzeno. Estes compostos possuem toxicidade e alguns deles são carcinogênicos.

Segundo a Resolução do CONAMA nº 357/2005, os padrões com os valores máximos permitidos na classe 1 e 2 de águas doces para tais poluentes são: para o tolueno 2,0 µg/L,



para o benzeno 0,005 mg/L, para o xileno 300 µg/L e para o etilbenzeno 90,0 µg/L Brasil (2005). Segundo ANP (2017), sua Resolução nº 684/2017, limita o uso de benzeno na gasolina para 1% do volume e pela Resolução da ANP nº 30/2015 os hidrocarbonetos aromáticos devem apresentar limite máximo de 35% do volume de gasolina (ANP, 2015). Diante disso, nas próximas linhas serão descritas as características da gasolina automotiva, do óleo diesel e do álcool etílico, presentes na Ficha de Resposta a Emergências Químicas da CESTB (2018).

### 3.3.1 Gasolina Automotiva

Segundo a Ficha de Resposta a Emergência Química da Cestesb (2018) este combustível tem como principais características ser um líquido com coloração entre marrom pálido a rosa, a gasolina flutua na água, produz vapores irritantes e inflamáveis e tem natureza química da família do hidrocarboneto, pode ser utilizado como combustível para motores e também como solvente para borrachas adesivas. Faz parte da classe de risco dos líquidos inflamáveis com médio risco, com ponto de fulgor menor que 23°C, reconhecido como um líquido muito inflamável.

Apresenta limites de inflamabilidade no ar (% em volume) de 1,4 de limite inferior, 7,4 de limite superior, temperatura de ignição de 456,0 °C. Pela classificação NFPA a Gasolina Automotiva pode causar irritação significativa, em relação à inflamabilidade a gasolina automotiva igniza na temperatura ambiente e para reatividade é normalmente estável, mesmo se exposto ao fogo (CETESB, 2018). Na Tabela 3.4 podemos observar as propriedades física, químicas e ambientais do poluente líquido.

Tabela 3.4 - Propriedades Física, Químicas e Ambientais da Gasolina Automotiva (CETESB, 2018)

Peso molecular (g/mol) Não pertinente	Ponto de ebulição (°C) A partir de 35,0	Ponto de fusão (°C) Dado não disponível
Densidade relativa do gás ou da mistura vapor-ar > 1,0	Densidade relativa do líquido ou sólido 0,71 - 0,747 a 20°C (líquido)	Pressão do vapor 592 mmHg a 37,8 °C
Viscosidade (cP) Dado não disponível	Potencial de ionização (eV) < 10,6	pH Não pertinente
Solubilidade na água Praticamente insolúvel	Coefficiente de partição octanol/água - logKow 2 a 7	Temperatura de armazenamento (°C) Ambiente
Reatividade com água Não reage.	Peroxidação Não ocorre.	
Reatividade com materiais comuns Não reage.	Reações perigosas com outros produtos químicos Pode reagir vigorosamente com oxidantes fortes.	
Polimerização Não ocorre.	Meia vida (anos) Dado não disponível	

### 3.3.2 Óleo Diesel

Segundo a Ficha de Resposta a Emergência Química da Cestesb (2018) este combustível tem como principais características ser um líquido oleoso, marrom amarelado, flutua na água, produz vapores inflamáveis e tem natureza química da família do hidrocarboneto, o uso é específico para motores diesel. Faz parte da classe de risco dos líquidos inflamáveis com baixo risco, com ponto de fulgor entre 23°C e 60 °C.

Apresenta limites de inflamabilidade no ar (% em volume) de 1,3 de limite inferior, 6,0 de limite superior, temperatura de ignição de 176,6 a 329,4°C. Pela classificação NFPA o óleo diesel pode causar incapacidade temporária ou sequelas, em relação à inflamabilidade o óleo diesel igniza quando moderadamente aquecido e para reatividade é normalmente estável, mesmo se exposto ao fogo (CETESB, 2018). Na Tabela 3.5 podemos observar as propriedades física, químicas e ambientais do poluente líquido.

Tabela 3.5 - Propriedades Física, Químicas e Ambientais do Óleo Combustível (CETESB, 2018)

Peso molecular (g/mol) Não pertinente	Ponto de ebulição (°C) 141,0 a 462,0	Ponto de fusão (°C) -40,0 a 6,0
Densidade relativa do gás ou da mistura vapor-ar > 1,0	Densidade relativa do líquido ou sólido 0,841 a 0,91 a 15 °C (líquido)	Pressão do vapor 2,17 mmHg a 21,1 °C
Viscosidade (cP) Dado não disponível	Potencial de ionização (eV) < 10,6	pH Não pertinente
Solubilidade na água Praticamente insolúvel	Coefficiente de partição octanol/água - logKow >3	Temperatura de armazenamento (°C) Ambiente
Reatividade com água Não reage.	Peroxidação Não ocorre.	
Reatividade com materiais comuns Não reage.	Reações perigosas com outros produtos químicos Incompatível com agentes oxidantes.	
Polimerização Não ocorre.	Meia vida (anos) Dado não disponível	

### 3.3.3 Álcool Etílico

Segundo a Ficha de Resposta a Emergência Química da Cestesb (2018) este poluente líquido tem como principais características ser um líquido sem coloração, flutua e mistura com água, produz vapores irritantes e inflamáveis e tem natureza química da família do álcool, pode ser utilizado na fabricação de derivados orgânicos, corantes, drogas sintéticas, detergentes, entre outros, também pode se transformar em um combustível. Faz parte da

classe de risco dos líquidos inflamáveis com médio risco, com ponto de fulgor menor que 23°C; e baixo risco, com ponto de fulgor entre 23°C e 60 °C.

Apresenta limites de inflamabilidade no ar (% em volume) de 3,3 de limite inferior, 19,0 de limite superior, temperatura de ignição de 365,0°C. Pela classificação NFPA o álcool etílico pode causar incapacidade temporária ou sequelas, em relação à inflamabilidade o álcool etílico igniza na temperatura ambiente e para reatividade é normalmente estável, mesmo se exposto ao fogo (CETESB, 2018). Na Tabela 3.6 podemos observar as propriedades físicas, químicas e ambientais do poluente líquido.

Tabela 3.6 - Propriedades Física, Químicas e Ambientais do Álcool Etílico (CETESB, 2018)

Peso molecular (g/mol) 46,07	Ponto de ebulição (°C) 78,3	Ponto de fusão (°C) -112,0
Densidade relativa do gás ou da mistura vapor-ar 1,03	Densidade relativa do líquido ou sólido 0,790 a 20 °C (líquido)	Pressão do vapor 59,3 mmHg a 25 °C
Viscosidade (cP) 1,07 a 20 °C	Potencial de ionização (eV) 10,47	pH 7,0
Solubilidade na água Miscível	Coefficiente de partição octanol/água - logKow -0,31	Temperatura de armazenamento (°C) Ambiente
Reatividade com água Não reage.	Peroxidação Não ocorre.	
Reatividade com materiais comuns Não reage.	Reações perigosas com outros produtos químicos Reage violentamente com oxidantes fortes.	
Polimerização Não ocorre.	Meia vida (anos) Dado não disponível	

### 3.3 PREPARAÇÃO E RESPOSTA A ACIDENTES

#### 3.3.1 Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Perigosos (P2R2)

No sentido de procurar melhores soluções para a prevenção, o controle e a resposta rápida para as situações emergenciais que envolvam produtos químicos, o MMA, no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, implementou uma política de abrangência nacional, com o intuito de promover melhores soluções para a temática, propondo um ambiente de discussão integrado, entre o setor federal, estadual e municipal. O P2R2 que faz parte de um planejamento com caráter preventivo e com ação no controle de produtos químicos perigosos em acidentes foi criado em 2004, por meio do Decreto do Presidente da República nº 5098 (MMA, 2004).

O objetivo que serve de base ao P2R2 é o de garantir a saúde humana e a qualidade do meio ambiente, promovendo através do enfoque preventivo e corretivo, o enfraquecimento dos riscos potenciais de contaminação no Brasil, principalmente nos locais mais vulneráveis. Propõem investir e melhorar no país o sistema de preparação e resposta a emergências químicas. O desenho desta política conta com a participação do governo federal, os estados e os municípios, além da sociedade civil, o setor privado e outrem interessado em contribuir.

A prevenção está relacionada aos atos de coibir, inibir e desmotivar formas que levem ao cenário de ocorrência de acidentes com produtos perigosos. Utilizando programas, ações, sistemas, procedimento e iniciativas preventivas que atinjam o planejado nas esferas nacionais e estaduais. Já o enfoque corretivo está relacionado à capacitação, a integração, a preparação e a otimização dos sistemas de atendimento das emergências ambientais e seu rápido atendimento. Relacionado com esse segundo enfoque está o Plano de Ação de Emergência – PAE.

O PAE é caracterizado pelo MMA (2004) como sendo um conjunto de planos de ação elaborados com antecedência com o objetivo de atender os acidentes com produtos químicos, mirando atender todas as ocorrências. Por dele, há a orientação para o estabelecimento de estratégias e da construção de requisitos mínimos de planejamento das ações a serem realizadas no atendimento de situações de emergências, entre órgãos e instituições públicas, privadas e comunidade.

O P2R2 apresenta outros instrumentos além do PAE, sendo eles o Sistema de Informação, os Mecanismos Financeiros e por fim o instrumento de maior interesse para o presente estudo, o Mapeamento de Áreas de Risco. Segundo o MMA (2004) o mapeamento proposto consiste na identificação, caracterização e mapeamento de empreendimentos e atividades relacionadas a produtos químicos perigosos e suas áreas de possível ocorrência dos acidentes. O uso desse instrumento pelos órgãos públicos, o setor privado e à comunidade, de possibilitar conhecimento anterior sobre as áreas de risco possibilita uma maior preparação para a prevenção em eventuais acidentes com produtos perigosos e caso aconteça, o instrumento irá prepará-los para que procedam ao pronto atendimento do evento, implicando no controle ou minimização dos danos ambientais, assim como à população.

O P2R2 foi estruturado em sua formulação inicial em dois níveis. O primeiro nível se é assinalado por uma Comissão Nacional e o segundo pelas Comissões Estaduais, não sendo exclusas as Comissões Regionais e/ou Municipais. Caso aconteçam demandas a Comissão Regional pode ser criada com aval tanto de uma Comissão ou outra. Na Figura 3.9 foi representado o organograma das atribuições propostos inicialmente pelo P2R2.

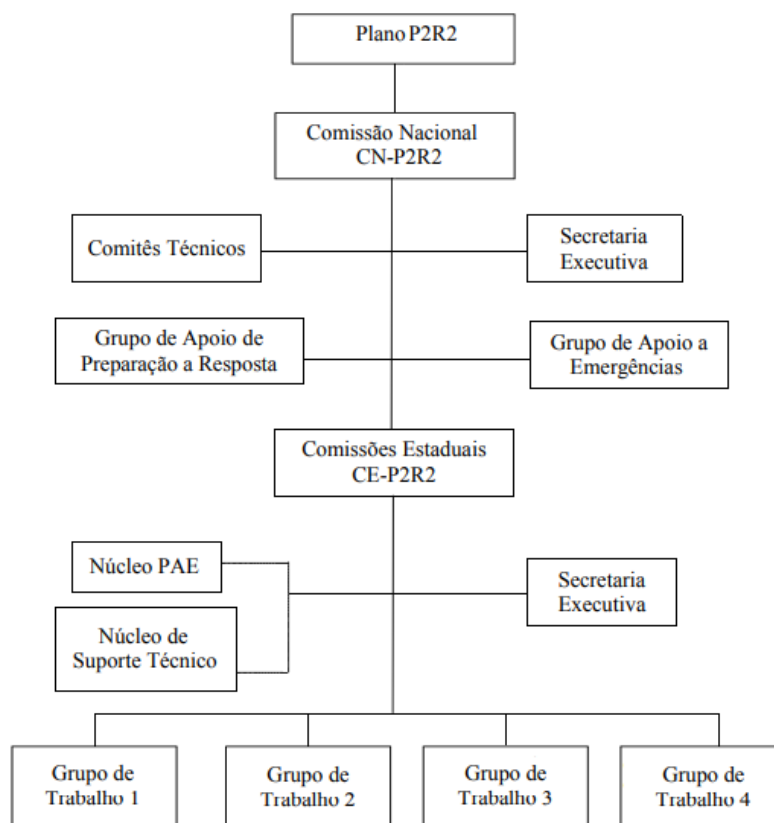


Figura 3.9 – Organograma proposto pelo P2R2 (MMA, 2004).

Os Grupos de Trabalho foram criados com a finalidade de formularem as proposta para o desenvolvimento do P2R2. Os grupos continham profissionais do governo federal, estadual e representantes dos municípios. Os Grupos de Trabalho instituídos foram os de “Mapeamento de Áreas de Risco”, o de “ Banco de Dados”, o de “Desenvolvimento Estratégico” e o de “Recursos Financeiros”. Diretamente relacionados aos instrumentos do plano.

### **3.3.2 Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional (PNC)**

O Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional (PNC) foi instituído pelo Decreto nº 8127 de outubro de 2013. Este plano abrange as águas marítimas, que estão sob a jurisdição nacional e as águas interiores, que são aquelas que ficam no interior da linha de base que cercam a costa brasileira, entre eles os lagos, os rios e águas arquipelágicas. Não se deve confundir águas interiores com as águas restantes do continente, esta classificação é dada apenas em regiões costeiras, associada necessariamente a posição em relação à linha de base.

Segundo o MMA (2016) este plano se assimila em algumas partes com o P2R2. Ele se estrutura entre as organizações participantes, sendo ele de nível público e privado, define as diretrizes, os procedimentos e as ações, para aumentar a capacidade de resposta com incidentes de poluição por óleo, diretamente relacionado com acidente de maiores proporções.

A questão dos incidentes com maiores proporções está relacionada com uma maior dificuldade dos poluidores de solucionar o problema. Como consequência, estes cenários são aqueles que podem alcançar um maior prejuízo à saúde pública e provocar sérios danos ambientais. Por isso, é indicado acionar o PNC em acidentes grandes em águas sob jurisdição da União.

A sua estrutura está direcionada para a articulação entre os órgãos públicos. Como representatividade mais importante e obtendo a responsabilidade de comandar as ações imediatas ao acidente, o Coordenador Operacional, em que será representado preferencialmente pela Marinha, para águas marítimas, Ibama, águas interiores e pela Agência Nacional do Petróleo quando envolver produção de petróleo e estruturas submarinas (MMA, 2016).

Para o MMA (2016), outro cargo importante dentro da estrutura do PNC é o de Autoridade Nacional, responsável por comandar todas as atividades do Plano Nacional, cargo ocupado pelo MMA. O Comitê Executivo composto pelos Ministérios da Integração Nacional, do Meio Ambiente, de Minas e Energia e dos Transportes, pela Secretaria de Portos da Presidência da República, o Ibama, a Marinha, a ANP e a secretaria nacional de Defesa Civil. Sendo responsável pela proposição das diretrizes que resultaram na realização do plano.

Cabe ressaltar, que o PNC só será acionado em situações extremas, em que a poluição por óleo deverá ser julgada como de significância nacional pelo Grupo de Acompanhamento e Avaliação. Caracterizando assim, insuficientes os esforços no controle individuais pelos poluidores, nos quais pode ser auxiliado pelo Plano de Emergência Individual (PEI).

Por fim, Ibama em conjunto com outros órgãos e instituições compõem o Comitê-Executivo, o Comitê de Suporte e o Grupo de Acompanhamento e Avaliação, pertencentes a estrutura organizacional do PNC. Apresentando entre as suas atribuições à orientação e apoio com suas unidades, com foco na prevenção e na resposta aos acidentes com poluição por óleo. O Ibama desenvolveu nos últimos anos em conjunto com o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP) um Plano Nacional para minimizar os impactos à fauna brasileira em casos de derramamento de óleo, sendo nomeado de Plano Nacional de Ação de Emergência para Fauna Impactada por Óleo (PAE Fauna) (MMA, 2016).

#### **4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Distrito Federal está localizado na região Centro-Oeste do Brasil, ocupado pelo bioma Cerrado, cercado de uma grande diversidade de espécies, sendo o segundo maior bioma da América do Sul. Suas coordenadas são: 15°30' e 16°03' de latitude sul e 47°25' e 48°12' de longitude oeste (SILVA e COSTA NETO, 2008). Fica aproximadamente a 1000 metros do nível do mar, conhecida por estar no planalto central brasileiro, apresenta um relevo em sua grande maioria plano, ocupando uma área de 5779 km<sup>2</sup> (GDF, 2018).

O Distrito Federal é composto por 31 Regiões Administrativas (RA's). Segundo o IBGE (2018), a população estimada para 2018 foi de 2.974.703 pessoas. No ano de 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi de 0,824 e uma sua densidade demográfica, de 444,66 hab/km<sup>2</sup>. Na Figura 4.10, representa o mapa das RA's desta Unidade da Federação.

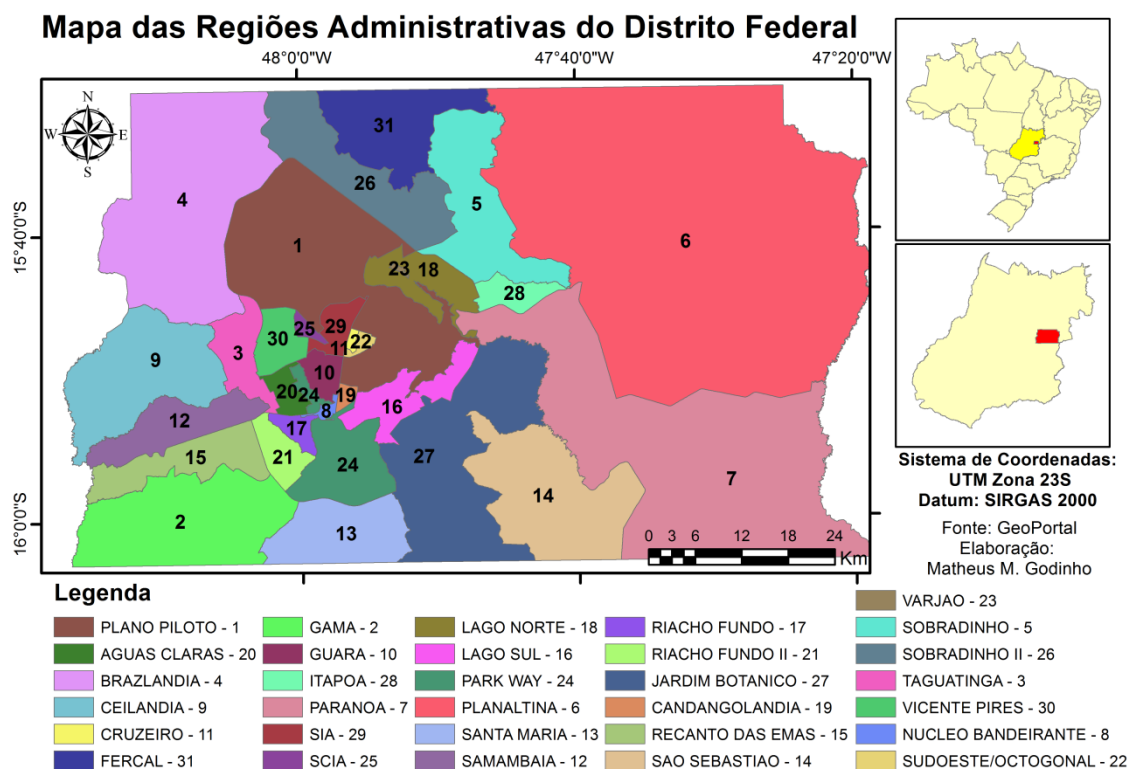


Figura 4.10 - Mapa de localização das Regiões Administrativas do DF

Os moradores de Brasília, capital do DF, convivem com um clima tropical, com temperaturas que variam de 13°C a 28°C, mantendo uma média de 22°C. A cidade passa por um período de seca durante os meses de maio e setembro, podendo durar um maior espaço de tempo dependendo do ano. No decurso do período chuvoso, tem-se a característica de chuvas intensas e de pouca duração (GDF, 2018).

Para Silva e Costa Neto (2008), o uso do solo em um período de quatro décadas passou por uma mudança substancial, em que a cobertura natural da vegetação nativa, o Cerrado, foi substituída pelo uso agrícola e urbano. Segundo os autores em 2008, mais da metade do território estava ocupado por outros usos, não característico do cerrado. As áreas remanescentes do bioma estavam inseridas nas Unidades de Conservação, distribuídas dentro de bacias hidrográficas do DF, como exemplo a Bacia do Paranoá. Dentre estas e outras características da área de estudo, serão descritas nos tópicos a seguir.



## 4.1 GEOMORFOLOGIA

A Figura 4.11 mostra como se caracteriza as formas da superfície terrestre do Distrito Federal, no geral a região apresenta um perfil plano, sendo observadas em sua grade maioria as chapadas e os planaltos. As unidades geomorfológicas que mais estão em maiores quantidades são as Superfícies Rampeadas com 13,77%, o Planalto de Cristalina com 27,65% e as Chapadas do DF com 36,46%. Um fator que se pode observar está relacionado aos pontos de concentração urbana, no qual grande parte da população está instalada em regiões de chapadas.

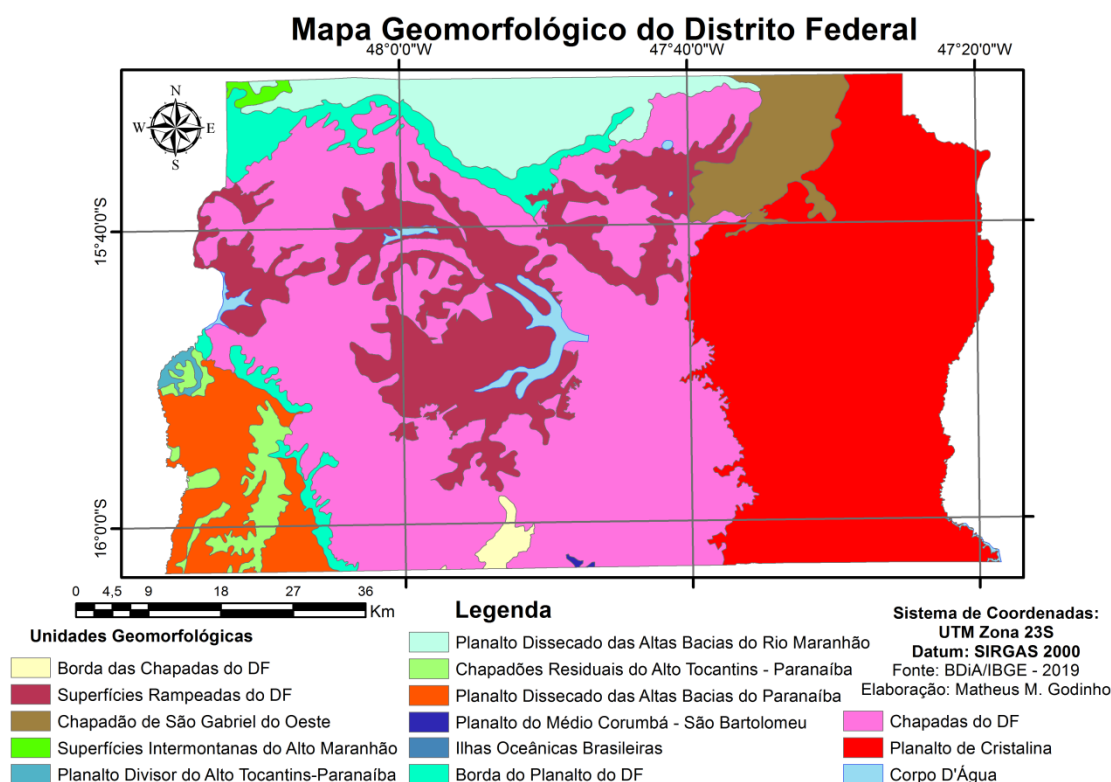


Figura 4.11 - Mapa Geomorfológico do DF.

Lima (2004) comenta que as chapadas que se encontram no DF são responsáveis por manter uma regularização do regime hídrico, tendo um importante papel na drenagem para as outras regiões, da mesma maneira que os latossolos característicos nessa localidade permitem com que as nascentes sejam perenes, por compor aquíferos porosos.

Como foi dito anteriormente, o DF está localizado uma região cotas elevadas dentro do território e a partir da Figura 4.12 consegue-se ver o perfil altimétrico que está inserido.

Percebe-se que entre a cota mais baixa representada na classificação e pela cota mais alta, são 617 metros de diferença. Apesar da diferença acentuada entre o máximo e o mínimo, o local apresenta uma maior presença de áreas entre as cotas de 998 m a 1141 m. Os terrenos mais baixos são identificados, devido seu perfil radicular, como fundos/vales dos rios.

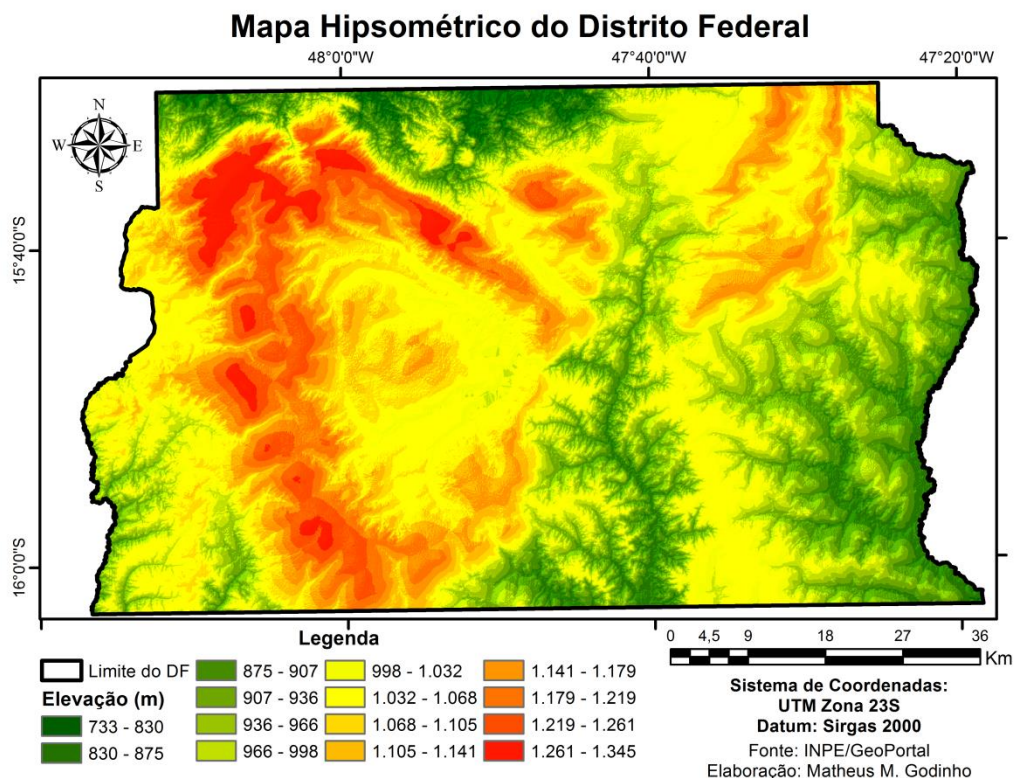


Figura 4.12 - Mapa Hipsométrico do DF.

## 4.2 INFORMAÇÕES PEDOLÓGICAS

Por meio da pedologia, os solos do DF foram estudados e classificados. Segundo Dias (2011), os solos presentes neste território possuem origem geológica de rochas proterozóicas dos grupos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí, sendo formado por processos de intemperismo. Na Figura 4.13 são representados os padrões de solo presentes no território e suas respectivas classificações.

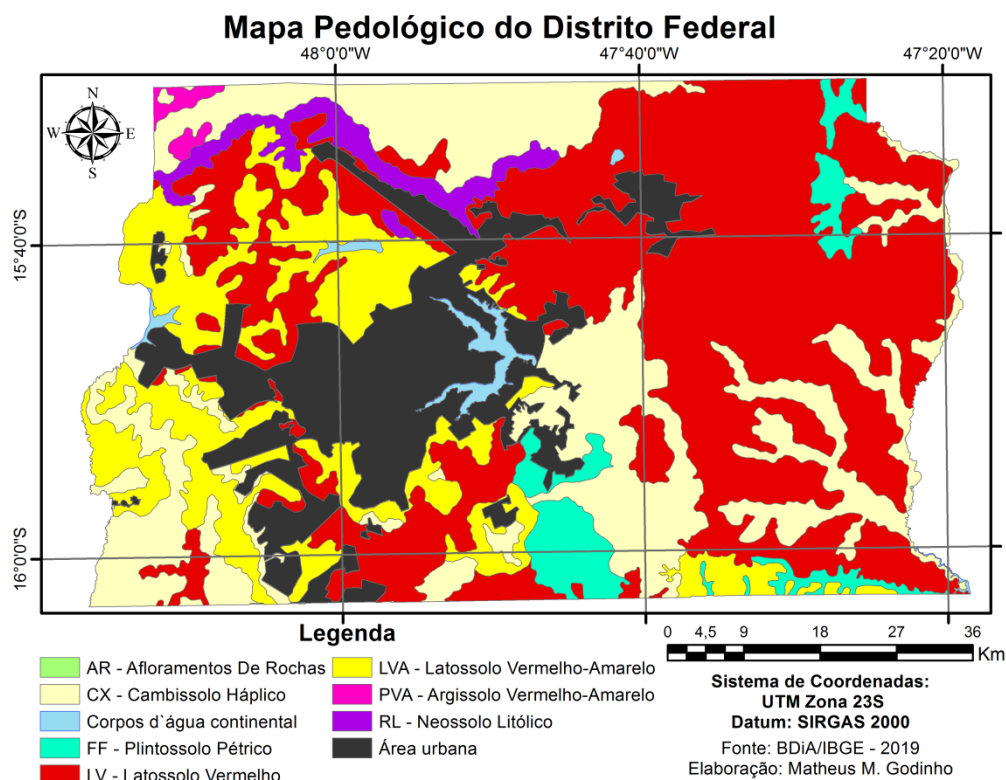


Figura 4.13 – Mapa Pedológico do DF .

Em um acidente com o vazamento de líquidos, ter conhecimento do tipo de solo pode ser essencial para a diminuição dos danos e na atuação posterior. Aqueles considerados permeáveis estão sujeitos a uma maior contaminação das águas subterrâneas, porém, outros fatores podem interferir no fluxo do contaminante, como o relevo, a vegetação e o grau de saturação. Sabe-se que os solos arenosos apresentam uma maior condutividade hidráulica, logo em seguida os siltosos aparecem com números inferiores e por fim, os argilosos são aqueles que possuem menores valores, ou seja, a penetração dos contaminantes no sentido vertical é mais lenta, havendo maiores dificuldades para locomoção do líquido.

Os solos em sua maioria apresentam composição variada entre silte, areia e argila. A diferença das porcentagens entre esses minerais que formam as características dos solos e promovem os diferentes comportamentos físicos e químicos.

Na Figura 4.13 percebe-se que a classificação pedológica Latossolo Vermelho contém a maior quantidade espacial no território, chegando a contabilizar por volta de 40 %, sendo

acompanhada pela a classificação Cambissolo Háplico, com aproximadamente 22,5 % e o Latossolo Vermelho-Amarelo, de valor próximo a 14%.

A seguir foram descritas as características das classificações do solo sendo abordados os aspectos mais importantes para um cenário de contaminação. Dentre eles a relação “Ki”, que representa o índice de intemperismo do solo, calculado por uma relação de  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \times 1,7$ , no qual os valores mais baixos resultantes desta relação implicam em solos mais intemperizados, medindo o grau de decomposição da fração de argila no solo (PRADO, 2019).

- Cambissolo Háplico: Este solo geralmente está associado a relevos ondulados, que apresentam maior movimentação. A classe apresenta solos pouco desenvolvidos, com minerais primários facilmente intemperizados e teores elevados de silte. É indicada a preservação permanente das vegetações presentes neste solo, devido a sua característica de relevos íngremes ou rasos. Sua espessura pode chegar a 70 cm, com relação Ki menor que 2,2 e textura no geral é mais grosseira (EMBRAPA, 2004a; 2004b).
- Plintossolo Pétrico: Exibem a característica de serem solos minerais, com bom escoamento superficial, devido à dificuldade existente na percolação, dependendo do relevo, terrenos com este solo apresentam alagamentos temporários. Em grande parte dos casos a relação Ki é maior que 2,2. Esta classe de solo está presente em relevo plano e suave-ondulado, com vegetação típica de Mata de Galeria. A terminação “Pétrico” está relacionada à forma como o solo se apresenta após passar por ciclos de umedecimento e secagem, em que o torna endurecido, transformando-se com o tempo em petroplintita. (EMBRAPA, 2004a; 2004b).
- Latossolo Vermelho e Vermelho-Amarelo: Para Gomes e Spadotto (2004), os latossolos são solos ricos em argila, mas pobres em matéria orgânica, apresentando boa profundidade, com estrutura granular estável e bom fluxo de infiltração. Segundo o documento técnico da Embrapa (2014b), estes solos possuem textura argilosa ou média e são ricos em oxi-hidróxidos de Fe e Al, apresentando uma “condição química de baixo potencial nutricional abaixo da camada arável devido à alta saturação por alumínio” (PRADO, 2019), assim como caráter fortemente ácido.

Os Latossolos possuem a relação Ki quase sempre inferior a 2,0, com silte variando entre 10% e 20%; e argila variando entre 15% e 80%. Na classe “Vermelho” o relevo é plano a suave-ondulado, com grande continuidade; sua

vegetação é associada ao Cerrado e Cerradão. Já a classe “Vermelho-Amarelo” aparece nas “bordas das chapadas mais elevadas e na transição entre os divisores e drenagens nas áreas de ocorrência do Grupo Paranoá e nas chapadas mais baixas sobre rochas do Grupo Canastra, apresentando vertentes com declividades entre 5% e 20%” (EMBRAPA, 2004b); a diferença das classes está na sua cor. Sua vegetação associada é geralmente Campo Limpo, Campo Sujo e Cerrado *stricto sensu*.

- Argissolo Vermelho-Amarelo: Os argissolos são solos ricos em argila, por vezes expansiva; e ricos em matéria orgânica. Apresentam pequena profundidade e bastante heterogeneidade, no qual há maior presença de argila na medida em que se aumenta a profundidade. Ocupam a porção inferior das encostas, em que o relevo é ondulado ou forte-ondulado (EMBRAPA, 2004a).

A classe “Vermelho-Amarelo” contém solos bem drenados, com textura argilosa e média, apresenta porosidade moderada, principalmente na parte superficial. Comparando com as particularidades do relevo, traz ao tipo de solo a suscetibilidade à erosão (EMBRAPA, 2004b). Nas regiões em que esta classe se faz presente é comum a ocorrência das vegetações Floresta e Cerrado.

- Neossolo Litólico: Segundo Gomes e Spadotto (2004), os neossolos são profundos, com alta relação macro/microporos, em que beneficia o fluxo de infiltração; estes solos são pobres em matéria orgânica e ainda em argila. Entretanto, a classe “Litólico” tem como característica serem solos rasos, em que a soma das camadas acima da rocha não ultrapassa 50 cm, sendo associados a relevos com maior inclinação (SANTOS *et al.*, 2019).

Na Figura 4.14, estão representadas as características com relevo do Distrito Federal. Observam-se algumas das particularidades anteriormente citadas para descrever os solos presentes no mapa pedológico do DF.

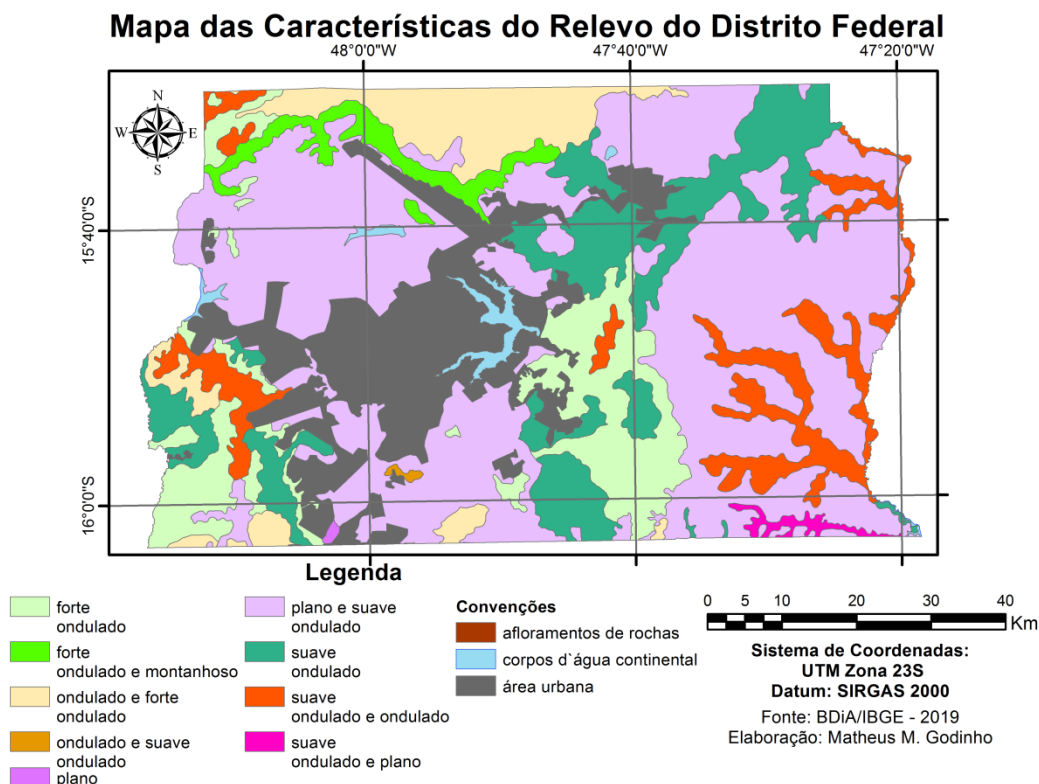


Figura 4.14 - Mapa das Características do Relevo do DF.

A classe “afloramentos de rochas” presentes nas figuras anteriores apresenta 0,0003% da área. Com isso, não pode ser identificada nas figuras. A presença desta classe pode estar associada a um erro no *shapefile*. Entretanto, não foi retirado das presentes figuras. O afloramento de rocha é caracterizado pela a exposição da rocha após erosão ou da retirada do solo que a cobria.

### 4.3 VEGETAÇÃO E USO DO SOLO

O DF apresenta uma vegetação característica do bioma Cerrado, como mencionado anteriormente. O bioma apresenta tipos fitofisionômicos característico de formações florestais, savânicas e campestres. Os chamados: campo limpo, campo cerrado, campo sujo, cerradão, cerrado, veredas, matas ciliares e matas mesófilas (DIAS, 2011), com o passar dos anos estão perdendo espaço para o crescimento urbano e para as práticas agrícolas. A Figura 4.15, representa a atual situação do uso e da cobertura do solo brasileiro, informando e alocando os usos para o solo, assim como a vegetação quando há

a ausência de interferência humana no local. Na figura destaca-se que são mostrados os padrões de classificação do IBGE, detentor dos dados, por isso, pode gerar algum estranhamento ao leitor habituado com outras classificações da literatura.

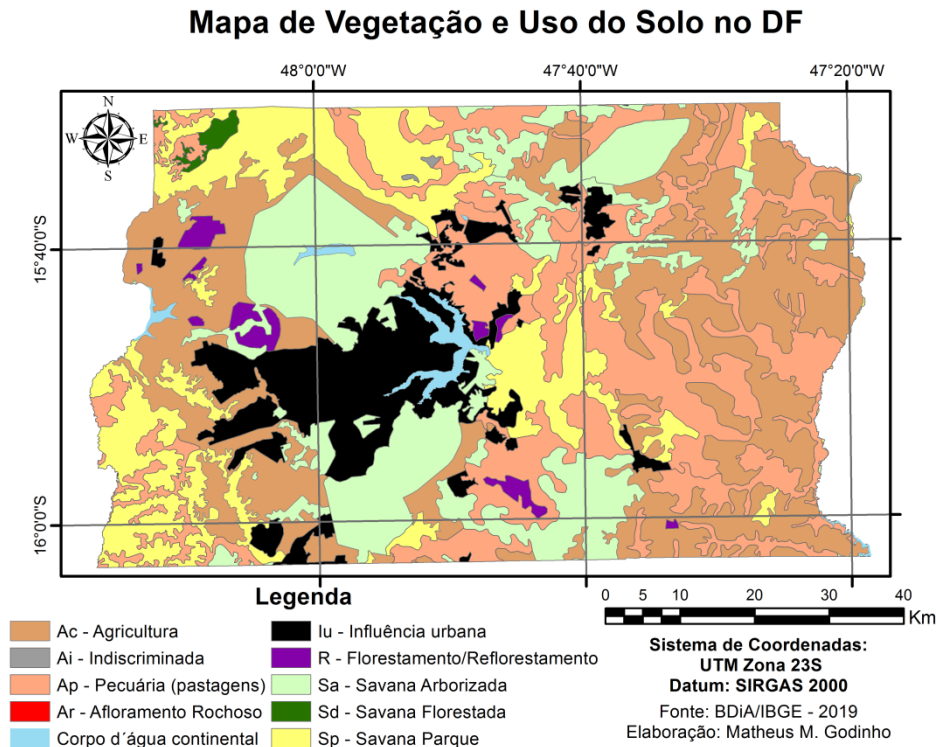


Figura 4.15 - Mapa de Vegetação e do Uso do Solo no DF.

A Agricultura e a Pecuária juntas, segundo as informações extraídas no mapa, alcançam mais de 52% dos usos do solo no DF. De acordo com os dados utilizados, a área de influência urbana está próxima de 10%. A soma das áreas de Savana com as de Florestamento/Reflorestamento contabilizam quase 36% dos espaços do território, no qual a Savana Arborizada apresenta a maior concentração.

A Savana Arborizada (conhecida também como: Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso) tem como característica a presença de árvores isolada, em meio a um estrato herbáceo contínuo, com altura baixa. A vegetação que pode ter formação natural ou antropizada está sujeita a queimadas anuais (IBGE, 2012).

As outras formações florestais presentes no DF, a Savana Florestada (ou Cerradão) e Savana Parque (conhecida também como: Campo-Sujo-de-Cerrado, Cerrado-de-Pantanal,

Campo-de-Murundus ou Covoal e Campo Rupestre), apresentam características distintas. Enquanto a primeira apresenta árvores com altura, dependendo do local, superior a 10 m e com restrição vital por áreas areníticas lixiviadas com solos profundos. A segunda em sua grande parte apresenta gramíneas integradas com outras espécies, sendo encontrada em todo país por meio da ação do homem. A vegetação típica do cerrado está presente em áreas inundáveis e com relevo característico (depressões, planalto baixo), como exemplo os chamados “murundus” (IBGE, 2012).

#### **4.4 RECURSOS HÍDRICOS**

O DF está situado no chamado Planalto Central, em uma cota elevada em relação ao nível do mar, como dito anteriormente. Os rios que nascem e escoam pelo território se dispersam para muitas regiões do Brasil. Pela divisão hidrográfica do Brasil o DF contribui com as seguintes regiões hidrográficas: Tocantins-Araguaia, São Francisco e Paraná (ANA, 2018).

Quando se olha para a Figura 4.16, que mostra o mapa das Regiões e Bacias Hidrográficas do Distrito Federal, consegue-se ver as bacias hidrográficas do DF associadas às regiões hidrográficas citadas anteriormente. Por esse nível de classificação das bacias, temos um número de sete unidades hidrográficas no território, sendo elas, a BH Maranhão pertencente a RH Tocantins-Araguaia, a BH Rio Preto pertencente a RH São Francisco e por último, as BH's Lago Paranoá, Corumbá, São Marcos, São Bartolomeu e Rio Descoberto, todas pertencentes a RH Paraná.



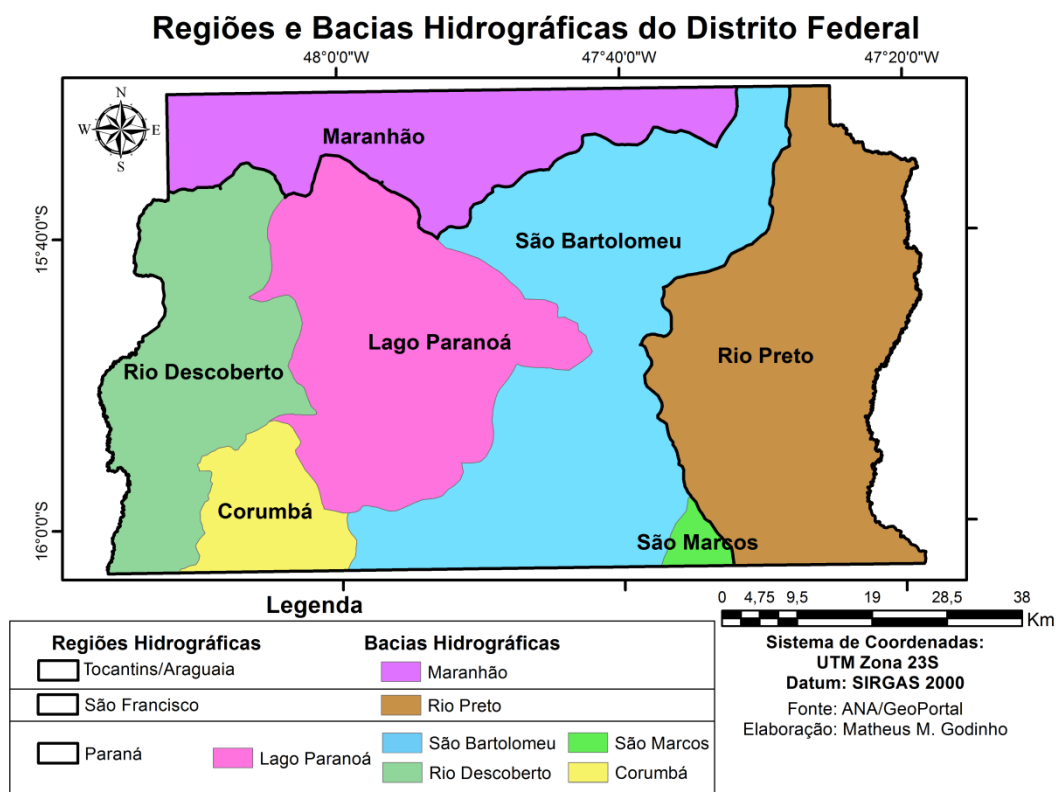


Figura 4.16 – Mapa da Regiões e Bacias Hidrográficas do DF.

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal apresenta uma rede hidrometeorológica, composta por estações de monitoramento climatológico (4 estações), pluviométrico (26 estações), fluviométrico (101 estações) e sedimentométrico (1 estação) responsáveis por gerar as mais diversas informações que auxiliam o processo de planejamento e a gestão ambiental, além de auxiliar no trabalho de outros órgãos (CAESB, 2018).

Por meio do Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-Sic), foram feitas solicitações para ter acesso aos pontos de captação e outorga, para a Caesb e Adasa. Com as informações presentes no Relatório da Qualidade da Água Distribuída pela Caesb em 2018 e com as informações recebidas das instituições públicas, foi possível mapear os pontos de captação e de outorga das águas superficiais para abastecimento humano no DF, representados pelas Figuras 4.17 e 4.18. Assim como estão presente no mapeamento todos os Recursos Hídricos do DF, incluindo os Cursos D'Água Complementares, Cursos D'Água definidos pelo Conselho de Recursos Hídricos do DF, os lagos e reservatórios do território.

### Mapa dos Pontos de Captação Superficial da Caesb - Distrito Federal

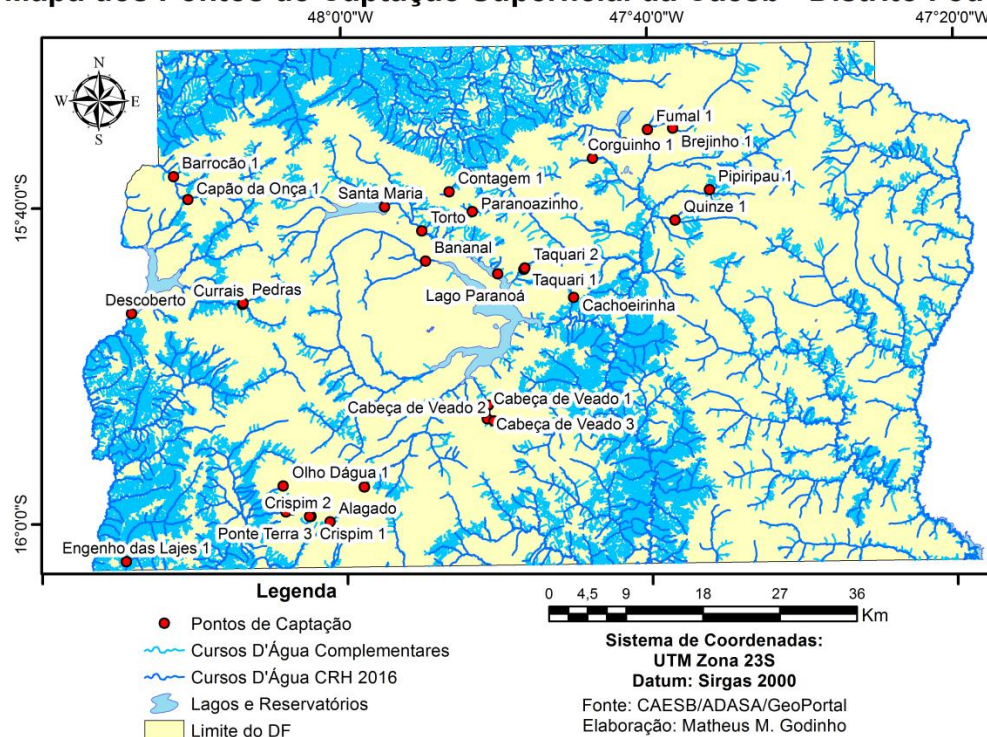


Figura 4.17 - Mapa dos Pontos de Captação da Caesb no DF.

### Mapa dos Pontos de Outorga de Abastecimento Humano no DF

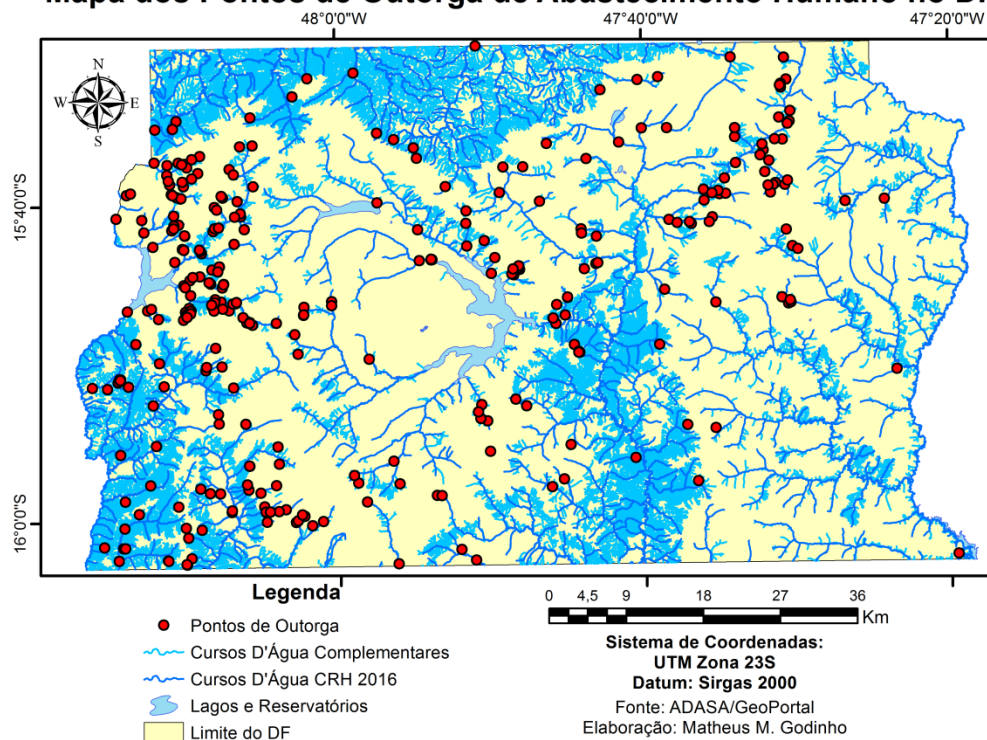


Figura 4.18 - Mapa da Outorga dos Pontos de Captação Superficial para Abastecimento Humano no DF.

Por meio do relatório da Caesb (2019), infere-se que foram utilizados 31 mananciais superficiais, sendo que quatro destes mananciais tem-se a certeza de que estão desativados. Conferindo as informações dos *shapefile* (formato de arquivo com dados geoespaciais em forma de vetor) adquiridos, o ponto de captação “Olho D’Água” foi o único que estava com a outorga vencida, entretanto ele é um dos pontos desativados pela Caesb. Os pontos “Crispim 2” e “Curais”, presentes nos *shapefiles*, não estavam na contagem do relatório da Caesb. Provavelmente o ponto “Curais” foi desativado devido sua proximidade com o ponto “Pedras”. Entretanto, para fins do presente estudo, foram adotados todos os pontos citados acima, totalizando 33 mananciais superficiais de captação de água no DF pela Caesb. Na Tabela 4.7, estão presentes todos os pontos considerados neste estudo para a construção deste cenário.

Na Figura 4.18, mostra os pontos de Outorga para captação superficial com a primeira finalidade para o Abastecimento Humano no DF. Neste levantamento estão presentes todos os pontos da Caesb, assim como outros pontos referentes à população. Nota-se que são 337 pontos de captação, sendo que apenas 11 estão com as licenças vencidas. Novamente foram adotados todos os pontos para a construção deste cenário na metodologia do estudo.

Tabela 4.7 – Pontos de captação das águas superficiais para abastecimento urbano no DF e informações adicionais (adaptado CAESB, 2019).

Manancial/Captação	Situação	Bacia Hidrográfica	Processo de tratamento
Alagado	Ativada	Rio Alagado	Tratamento simplificado
Bananal	Ativada	Lago Paranoá	Tratamento convencional (Unidade com flotação)
Barroco 1	Ativada	Lago Descoberto	Tratamento convencional (Unidade com decantação)
Brejinho 1	Ativada	Rio São Bartolomeu	Dupla filtração
Cabeça de Veado 1	Ativada	Lago Paranoá	Filtração direta
Cabeça de Veado 2	Ativada	Lago Paranoá	Filtração direta
Cabeça de Veado 3	Ativada	Lago Paranoá	Filtração direta
Cabeça de Veado 4	Ativada	Lago Paranoá	Filtração direta
Cachoeirinha	Ativada	Rio São Bartolomeu	Tratamento convencional (Unidade com decantação)
Capão da Onça 1	Ativada	Lago Descoberto	Tratamento convencional (Unidade com decantação)
Catetinho Baixo 1	Ativada	Lago Paranoá	Tratamento simplificado
Catetinho Baixo 2	Ativada	Lago Paranoá	Tratamento simplificado
Contagem 1	Ativada	Rio Maranhão	Filtração direta de fluxo ascendente
Corguinho 1	Ativada	Rio São Bartolomeu	Filtração direta de fluxo ascendente
Crispim 1	Ativada	Rio Alagado	Tratamento simplificado
Crispim 2	Ativada	Rio Alagado	Tratamento simplificado
Currais	Desativada*	Ribeirão Ponte Alta	-
Descoberto	Ativada	Lago Descoberto	Filtração direta
Engenho das Lajes 1	Ativada	Rio Descoberto	Tratamento convencional (Unidade com decantação)
Fumal 1	Ativada	Rio São Bartolomeu	Dupla filtração
Lago Paranoá	Ativada	Lago Paranoá	Ultrafiltração por membrana
Mestre Darmas 1	Ativada(Sazonal)	Rio São Bartolomeu	Filtração direta de fluxo ascendente
Olho D'Água 1	Desativada	Ribeirão Ponte Alta	-
Paranoazinho	Ativada	Rio São Bartolomeu	Filtração direta de fluxo ascendente
Pedras	Desativada	Ribeirão Ponte Alta	-
Pipiripau 1	Ativada	Rio São Bartolomeu	Dupla filtração
Ponte Terra 2	Desativada	Ribeirão Ponte Alta	-
Ponte Terra 3	Desativada	Ribeirão Ponte Alta	-
Quinze 1	Ativada	Rio São Bartolomeu	Tratamento convencional (Unidade com decantação)
Santa Maria	Ativada	Lago Paranoá	Tratamento convencional (Unidade com flotação)
Taquari 1	Ativada	Lago Paranoá	Tratamento simplificado
Taquari 2	Ativada	Lago Paranoá	Tratamento simplificado
Torto	Ativada	Lago Paranoá	Tratamento convencional (Unidade com flotação)

## 4.5 PLUVIOSIDADE

Na Figura 4.19, pode-se observar as isoietas de chuva anuais do período de 1977 a 2006. Esse mapeamento é importante para se traçar um perfil quantitativo inicial da possível quantidade de chuva que cai em uma região durante o ano. No geral, comparando com outras áreas do Brasil, o DF apresenta uma precipitação anual na faixa da média. Os seus quase 1500 mm anuais, não chega perto dos quase 3000 mm estimados em algumas

regiões da Amazônia, assim como são superiores a algumas áreas do nordeste, estimadas com 550 mm de chuva anual.

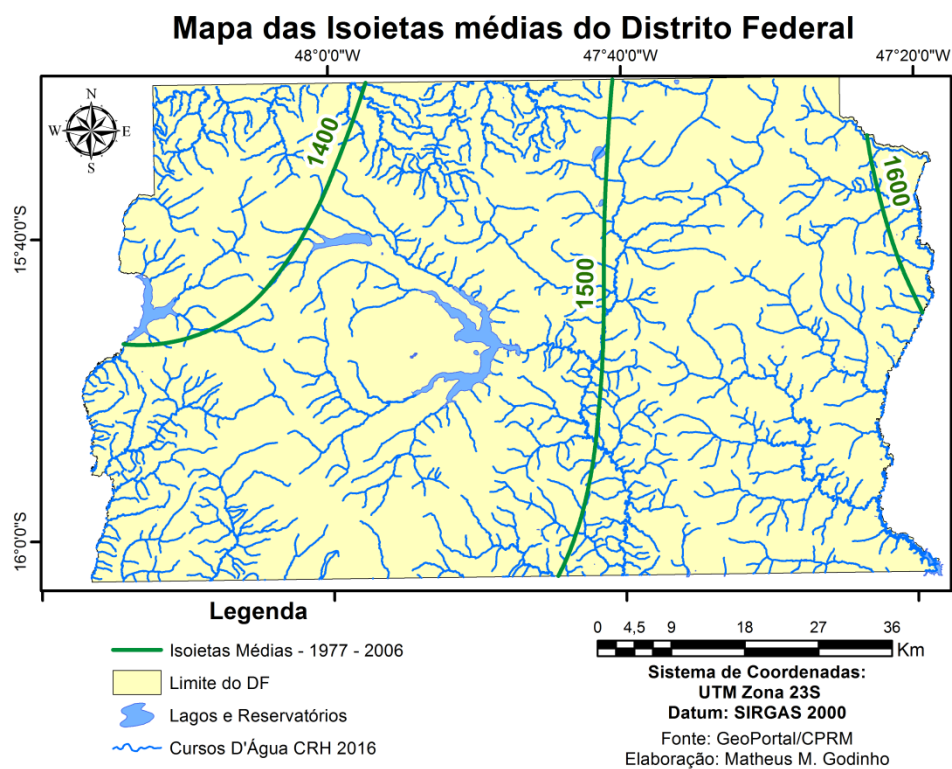


Figura 4.19 – Mapa com as Isoietas médias do DF, período de 1977 a 2006.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa desenvolvida no projeto constituiu na realização de pesquisas para a construção da revisão bibliográfica. Em seguida, a pesquisa foi voltada para a aquisição dos dados, com a etapa posterior de organização e manipulação. A Figura 5.20 representa um fluxograma metodológico das etapas que foram realizadas.

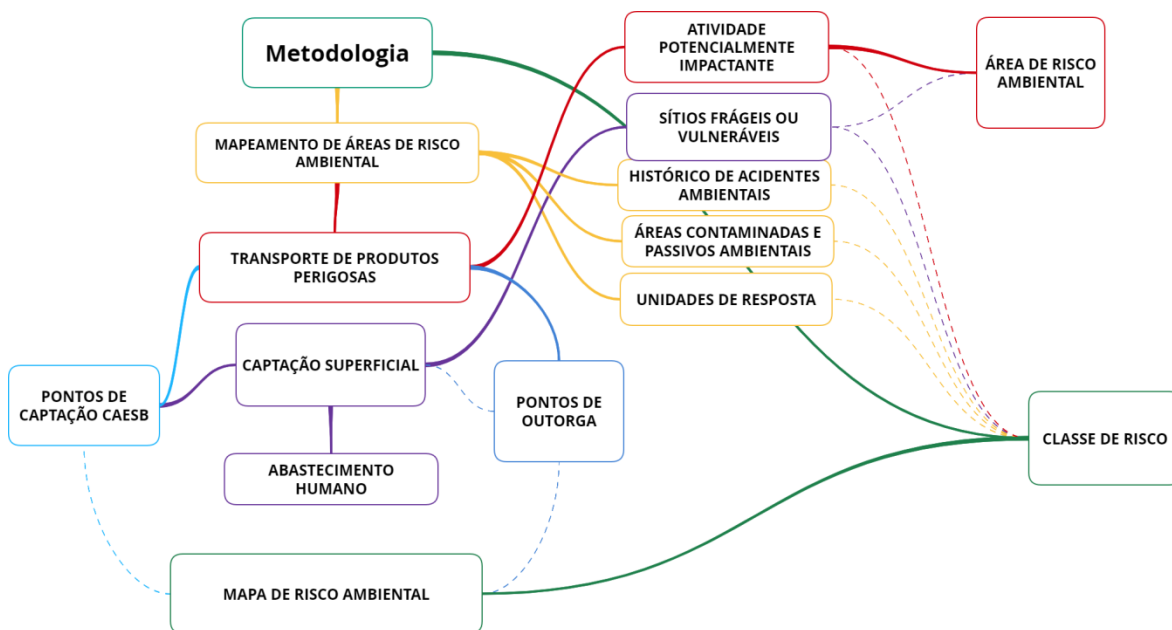


Figura 5.20 - Fluxograma metodológico.

### 5.1 ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS

O presente estudo apresenta uma base empírica, portando necessita da existência de uma base de dados, a sua construção e as informações necessárias foram extraídas de maneiras distintas. Enquanto algumas informações estavam disponíveis em ambiente aberto e gratuito, outras foram solicitadas pelo Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-Sic) do Distrito Federal. Na Tabela 5.8 são informados os arquivos utilizados no estudo e suas fontes.



Tabela 5.8 – Base de dados utilizada no trabalho.

<b>Base de Dados</b>	<b>Fonte</b>
Áreas contaminadas	IBRAM (e-Sic)
Drenagem	Novacap (e-Sic)/GeoPortal
Geomorfologia	BDiA/IBGE
Histórico de acidentes com produtos perigosos	IBRAM (e-Sic)
Isoietas Anuais 1977-2006	CPRM
Limites DF	GeoPortal
MDE	Topodata/INPE
Pedologia	BDiA/IBGE
Pontos de Captação	ADASA/CAESB/IBRAM (e-Sic)
Pontos de Outorga	ADASA (e-Sic)
Recursos Hídricos	GeoPortal
Unidades de Resposta	Bombeiros (e-Sic)
Vegetação	BDiA/IBGE
Vias e Rodovias	GeoPortal

## 5.2 PROGRAMAS COMPUTACIONAIS

Para a realização do presente estudo foi utilizado o software ArcGis 10.5 para as manipulação de dados, análise e construção dos mapas. Foi utilizado a ferramenta complementar Arc Hydro do próprio ArcGis para a delimitação de bacias hidrográficas e sub-bacias, sendo necessária a instalação da ferramenta.

## 5.3 METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO AMBIENTAL – P2R2

A metodologia adotada tem como origem o Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida em Emergência Ambiental – P2R2 do MMA, no qual foi adaptado em alguns aspectos para o desenvolvimento do estudo. A metodologia para o mapeamento das áreas de risco ambiental divide-se em tópicos, sendo eles:

- Atividade potencialmente impactante;
- Áreas contaminadas e passivos ambientais;
- Sítios frágeis ou vulneráveis;
- Histórico de ocorrência de acidentes ambientais;
- Unidades de resposta.

Por meio da relação entre os tópicos, após o levantamento e utilização dos dados é possível construir um mapa com as áreas de riscos ambientais. Como demonstrado na Figura 5.21, as áreas de risco ambiental foram originadas da interseção das camadas sobrepostas, da relação entre as informações da atividade impactante com as informações dos sítios frágeis ou vulneráveis. Entretanto, segundo o método desenvolvido pelo MMA (2004), para ser considerado um mapa de riscos necessita acompanhar outras informações, assim como a presença de algoritmos de processamento, que sejam capazes de considerar como exemplo o grau de impacto e o grau de vulnerabilidade.

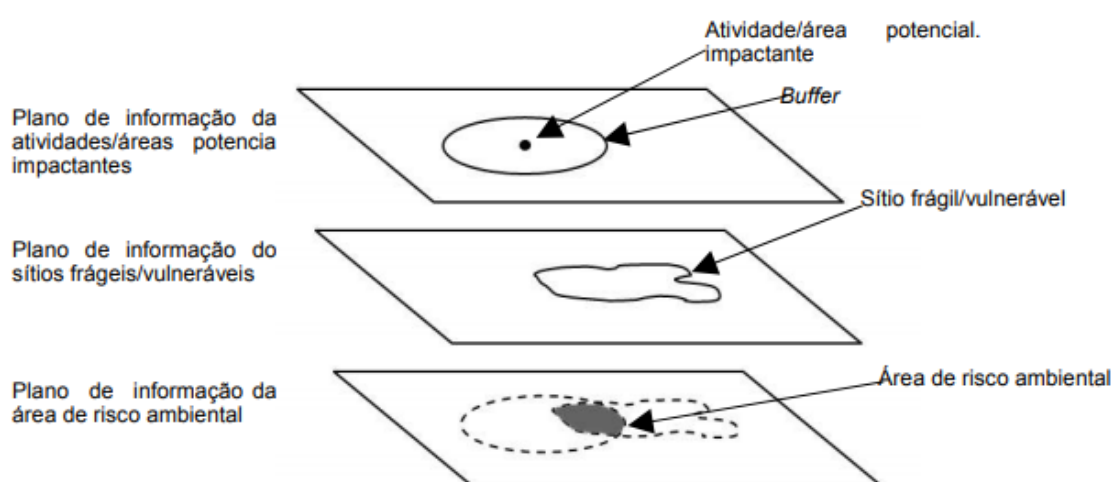


Figura 5.21 – Exemplo ilustrativo de delimitação de áreas de risco ambiental (MMA, 2004).

Em primeiro lugar foram feitas as etapas para a construção do mapa de risco dos pontos de captação superficial para abastecimento humano da Caesb. Esse mapeamento foi realizado com a finalidade de informar os possíveis locais que possam gerar problemas no abastecimento de uma determinada população, além de causar danos à biodiversidade aquática e terrestre. Logo em seguida, foi feito o mapeamento com os pontos de captação superficiais outorgados pela Adasa, porém, os pontos presentes no arquivo com a outorga vencida foram aceitos para fins de planejamento, pois como são pontos em áreas rurais, podem conseguir a outorga para abastecimento humano novamente.



### **5.3.1 Atividade potencialmente impactante**

A atividade definida como potencialmente impactante deste estudo é o transporte rodoviário de produtos perigosos, em especial os líquidos inflamáveis, com o foco no Distrito Federal. Diante disso, houve a necessidade de juntar as informações atreladas a essa atividade e concentrar as informações em um mapa. A realização desta etapa possibilita um maior conhecimento sobre a atividade e é uma boa ferramenta para o planejamento de medidas a serem implementadas no âmbito do P2R2 (MMA, 2004).

Para a construção do mapa/camada, foram utilizados *shapefiles* das vias e rodovias do DF, sendo estes espaços relacionados à presença dessa atividade. Mesmo existindo menor movimento de caminhões em vias urbanas, o *shapefile* foi considerado, pois há um histórico de acidentes ocorridos nestes locais. Foi feito um *buffer* (ferramenta de geoprocessamento/tem função de criar uma área de influência) de 1000 m nos *shapefiles*, com o intuito de tentar representar os possíveis impactos em caso de acidente. Cabe lembrar que o tamanho do *buffer* realizado não tem explicação científica, assim como não necessariamente representa corretamente a dispersão de um contaminante no solo. Foi definido o valor de 1000 m aleatoriamente com o intuito de gerar uma visualização.

Com isso, a representação da atividade potencialmente impactante foi agrupada no formato de um mapa/camada.

### **5.3.2 Áreas contaminadas e passivos ambientais**

Nesta etapa foram consideradas as áreas contaminadas que existem no DF, por meio de um *shapefile* cedido pelo Ibram com o histórico de áreas contaminadas no DF. Mapear essas áreas se torna importante nos processos de gestão, indicando a necessidade de uma remediação ou no controle dos danos de acidentes anteriores, assim como o conhecimento desses locais em caso de novos acidentes, aumentando os danos já existentes relacionados aos transporte rodoviário.

Em busca de uma melhor representatividade desses locais, foi feito um *buffer* de 250 metros nos pontos no território.

### 5.3.3 Sítios frágeis ou vulneráveis

Nesta parte da metodologia, procurou-se mapear áreas mais vulneráveis ou frágeis no território. Assim como definir um grau de vulnerabilidade para as áreas demarcadas.

Para essa etapa, pensou-se em sub-bacias para compor os sítios vulneráveis, procurando marcar como exutório pontos na hidrografia próximos ao ponto de coleta. Para realizar esta demarcação citada foi necessário o uso da ferramenta Arc Hydro. As sub-bacias funcionam como um meio no qual onde cair à poluição irá ser drenada até o ponto da captação, sendo assim, uma área de contribuição para que a poluição atinja as captações. Na Figura 5.22 está representado o fluxograma com os passos, em conjunto com as funções da ferramenta, utilizados na delimitação das sub-bacias. As primeiras etapas, de forma resumida, são relativas à importação do Modelo Digital de Elevação, o mosaico das folhas e logo em processos de geoprocessamento até chegar no formato para o uso da ferramenta Arc Hydro.

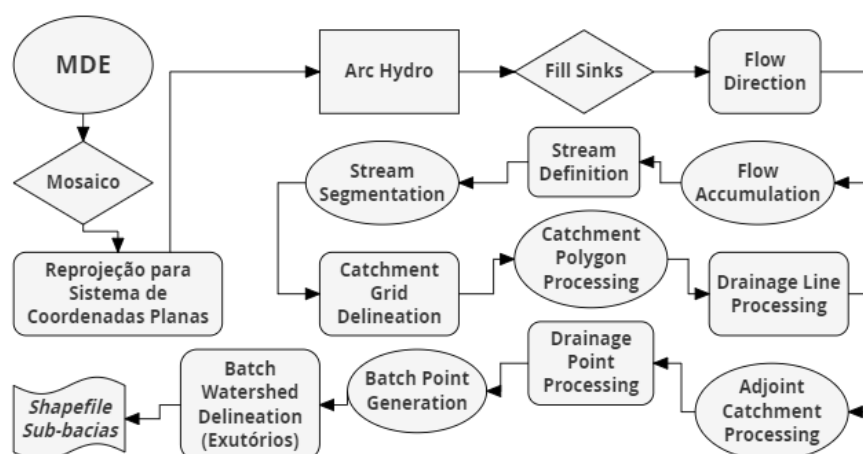


Figura 5.22 – Fluxograma para a delimitação de sub-bacias com a ferramenta Arc Hydro.

Após essa etapa, juntou-se as informações adquiridas das sub-bacias com a hidrografia do DF e os pontos de captação de águas superficiais, com isso, mais uma camada da metodologia foi criada.

#### **5.3.4 Histórico de ocorrência de acidentes ambientais**

Para essa etapa do estudo foram feitas solicitações para o Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal e para o IBRAM. Com o objetivo de alcançar um maior conhecimento sobre os acidentes com caminhões no DF e o da ocorrência dos acidentes ambientais.

O DER enviou uma planilha com o registro dos acidentes que ocorreram com caminhões nas estradas do DF nos anos de 2017 e 2018. No caso do IBRAM foram enviadas pastas com documentos e processos de acidentes ambientais ocorridos a partir de 2008. Foram investidas algumas horas para a organização, a análise e o georreferenciamento desses dados. Por fim, após esta etapa foram selecionados os dados dos acidentes ambientais ocorrido em vias e rodovias, seja por caminhões ou outro tipo de transporte, como por contaminantes líquidos ou sólidos. Buscando qualificar as relações presentes na análise central do trabalho.

Diante disso, foi desenvolvida a camada para auxiliar a visualização espacial do histórico de acidentes ambientais no território.

#### **5.3.5 Unidades de resposta**

Para obter as informações necessárias nesse campo, foram feitos levantamentos para saber quem era o responsável por essa atividade. Nesse sentido, o pronto atendimento das ocorrências de acidentes ambientais no DF é realizado pelo corpo de bombeiros, no qual foram enviados para o estudo os pontos onde as unidades da corporação estão instaladas. Sendo assim, finalizou-se com as informações mínimas para o acabamento dos mapas.

#### **5.3.6 Junção das camadas e finalização**

Nesta etapa, as informações foram inseridas em uma única camada, no qual foi realizada a interseção entre a camada da atividade potencialmente impactante e a camada dos sítios frágeis, para formar as áreas de risco ambiental. Também foram adicionados os *shapefiles* dos pontos de lançamento das águas de drenagem, com um *buffer* de 1000 metros. A partir deste mapa podem-se observar algumas conclusões, porém, para aumentar a representatividade e as relações entre os *shapefiles* foram adotadas notas de risco para cada camada, sendo explicado no próximo tópico.

### 5.3.7 Classificando as relações para a criação de um mapa de risco

Para esta análise foram criadas classes a partir das relações entre os *shapefiles* presenciados no mapa com as áreas de risco ambiental. Após a criação dessas classes, foram dados os valores de grau de risco para cada *shapefile*, no caso que houve interseção entre os *shapefiles* foram somados seus graus de risco. A representação dessas classes e seus graus de risco podem ser visualizados na Tabela 9.

Tabela 5.9 – Grau de Risco adotado associado as camadas.

Camadas	Grau de Risco Atribuído
Atividade Potencialmente Impactante	1
<i>Buffer</i> Acidentes Ambientais	3
Buffer Áreas Contaminadas	1
<i>Buffer</i> Ponto de Lançamento da Drenagem	2
Distrito Federal (espaço sem <i>shapefiles</i> )	0
Sítios Frágeis	4

Para esse procedimento, foi feito um *buffer* de 1000 m com os acidentes ambientais. As classes foram obtidas por meio das ferramentas de interseção, de corte, de apagar (eraser), entre outras. Após todas as divisões em classes, estas foram unidas e foi adicionado um campo na tabela de atributos para o grau de risco.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa serão expostos os mapas resultantes dos processos relatados anteriormente. No primeiro momento, serão expostos os mapas que envolvem os pontos de captação de águas superficiais da Caesb. E no segundo momento, dos pontos outorgados pela Adasa no Distrito Federal. Por meio desses resultados são apresentadas observações importantes para o entendimento dos objetivos do estudo.

Antes exposição, cabe ressaltar que a ocorrência de algum acidente em locais onde o sistema de captação de água para consumo humano não é feito pelas empresas de

saneamento, estes poderão apresentar consequências maiores para saúde humana e ambiental, do que em locais com a presença do serviço de saneamento. O fato está relacionado à capacidade institucional de identificar os contaminantes e de todo um sistema de tratamento de água, controlado por parâmetros de qualidade, capazes de perceber a presença do contaminante antes de destinar a água para a população. No caso da captação direta, por vezes a água não passa por um processo de tratamento, entretanto caso ocorra um tratamento, essas pessoas ainda apresentam um maior grau de vulnerabilidade comparando com as que recebem a água por um serviço de saneamento.

Diante disso, os procedimentos necessários para a indicação de áreas de risco foram feitos baseando-se na metodologia do P2R2 (MMA, 2004). No qual a Figura 6.23 expõem as camadas necessárias para a o encontro das áreas de risco ambiental. Passando pela camada das atividades potencialmente impactante, que seriam as rotas possíveis do transporte no DF, logo em seguida foram identificadas as áreas contaminadas e os passivos ambientais, após os sítios frágeis ou vulneráveis, em conjunto a camada do histórico de acidentes ambientais rodoviários e por último a representação da camada com as unidades de resposto do corpo de bombeiros.

Durante a pesquisa foi solicitada informações para o Corpo de Bombeiro Militar do Distrito Federal, no qual como devolutiva, foram relatadas as divisões operacionais dos seus grupos, em que foi informado que o Grupamento de Proteção Ambiental (GPRAM) tem a atribuição conforme Decreto do GDF nº 31.817 de 21 de junho de 2010, em elaborar a doutrina e responder com recursos mais especializados a ocorrências de produtos perigosos incluindo produtos químicos. Assegurando todas as Unidades Multiemprego tem capacidade de dar a primeira resposta às ocorrências envolvendo produtos químicos em especial o de vazamento de combustível em meios de transporte. Nesta primeira resposta envolve ações tais como: isolamento, contenções, prevenção de incêndio, evacuações, etc. Caso a ocorrência seja de alta complexidade (alto risco/grandes vazamentos) o GPRAM é acionado para uma resposta especializada com ações de: monitoramento de explosividade, descontaminação de vítimas, ambiente, contenção, etc. Para a execução destas ações a unidade especializada (GPRAM) utiliza equipamentos de detecção dentre outros específicos para as atividades acima mencionadas.

Em conjunto com explicações, foram enviados para o presente estudo os pontos georreferenciados das Unidades Multiemprego especializadas no DF. Sendo esta informação representada no passo unidades de resposta visualizados na Figura 6.23.

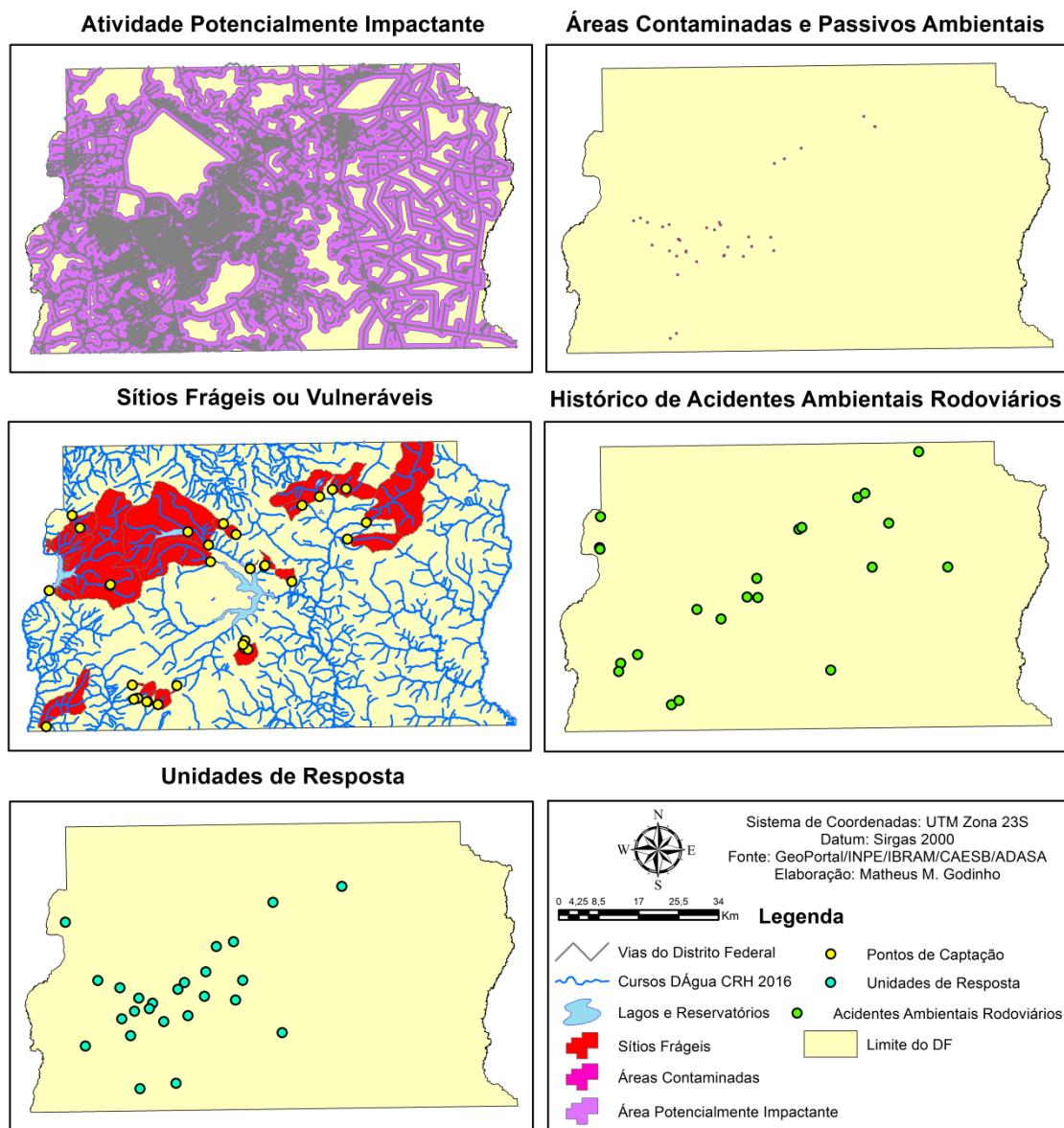


Figura 6.23 – Camadas mínimas de informação para a geração de um mapa de riscos ambientais relacionado ao Distrito Federal.

Após a interseção entre atividade potencialmente impactante e os sítios frágeis, foram aglomeradas as demais informações em um mapa, sendo representado pela Figura 6.24.

## Áreas de Risco Ambiental - pontos de Captação Superficial da Caesb - DF

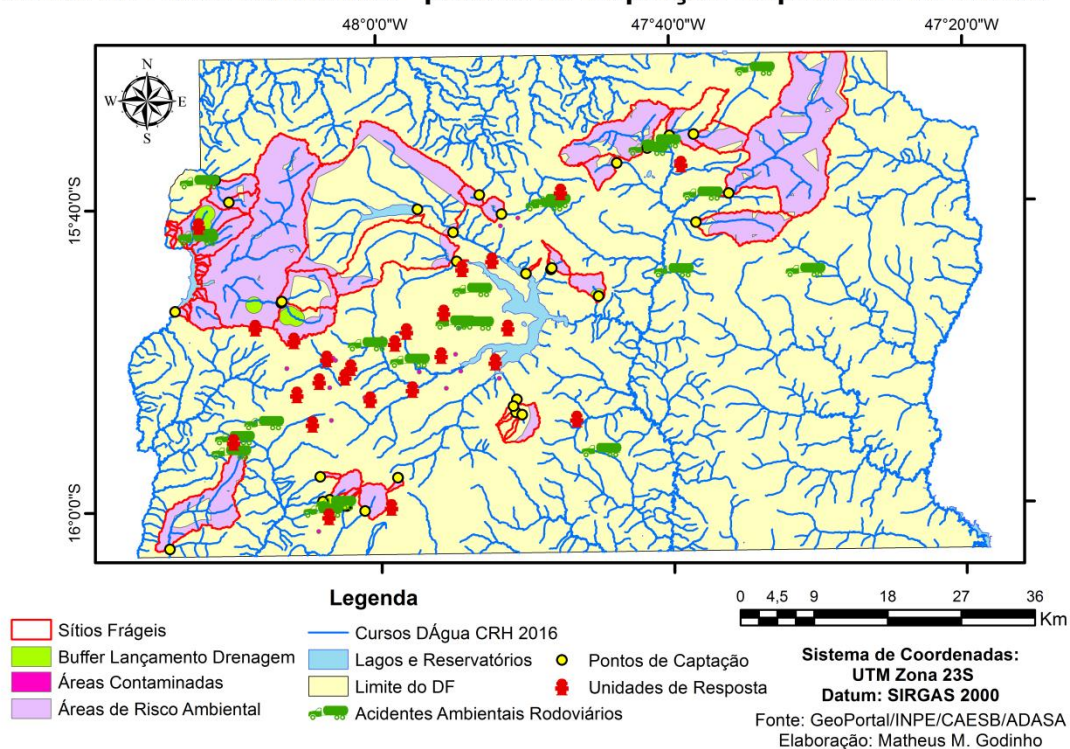


Figura 6.24 – Mapa com as Áreas de Risco Ambiental na captação superficial da Caesb provenientes de Acidentes Ambientais Rodoviários.

A partir da Figura 6.24, e ressaltando que os sítios frágeis também são sub-bacias dos exutórios marcados próximos aos pontos de captação, pode-se retirar algumas informações, dentre elas a grande área de Risco Ambiental indicada em uma sub-bacia que desagua suas águas no lago Descoberto. Além da presença de áreas de Risco Ambiental a nordeste do DF, com os pontos de captação apresentando quase que por completa sua sub-bacia por áreas de Risco Ambiental, mostrando uma boa presença de vias e rodovias por aquela região. Pode-se notar também na região nordeste do DF a presença de alguns acidentes ambientais aparentemente próximos aos pontos de captação Fumal 1 e Brejinho 1.

Em algumas áreas de Risco Ambiental foi possível observar o *buffer* dos pontos de lançamento da drenagem, sendo considerados apenas aqueles dentro da área dos sítios frágeis, com a ideia de observar os impactos dos possíveis drenados ao ponto de captação superficial, podendo alterar em algum momento a qualidade da água. Para a observação de maiores relações entre os *shapefiles*, foi feito o mapa de riscos, com o grau de risco entre as relações, representado pela Figura 6.25. Na Figura 6.26, detalha-se o mapa em relação às vias.



## Mapas de Riscos Ambientais do Transporte Rodoviário na Captação de Águas Superficiais para Abastecimento Humano no Distrito Federal

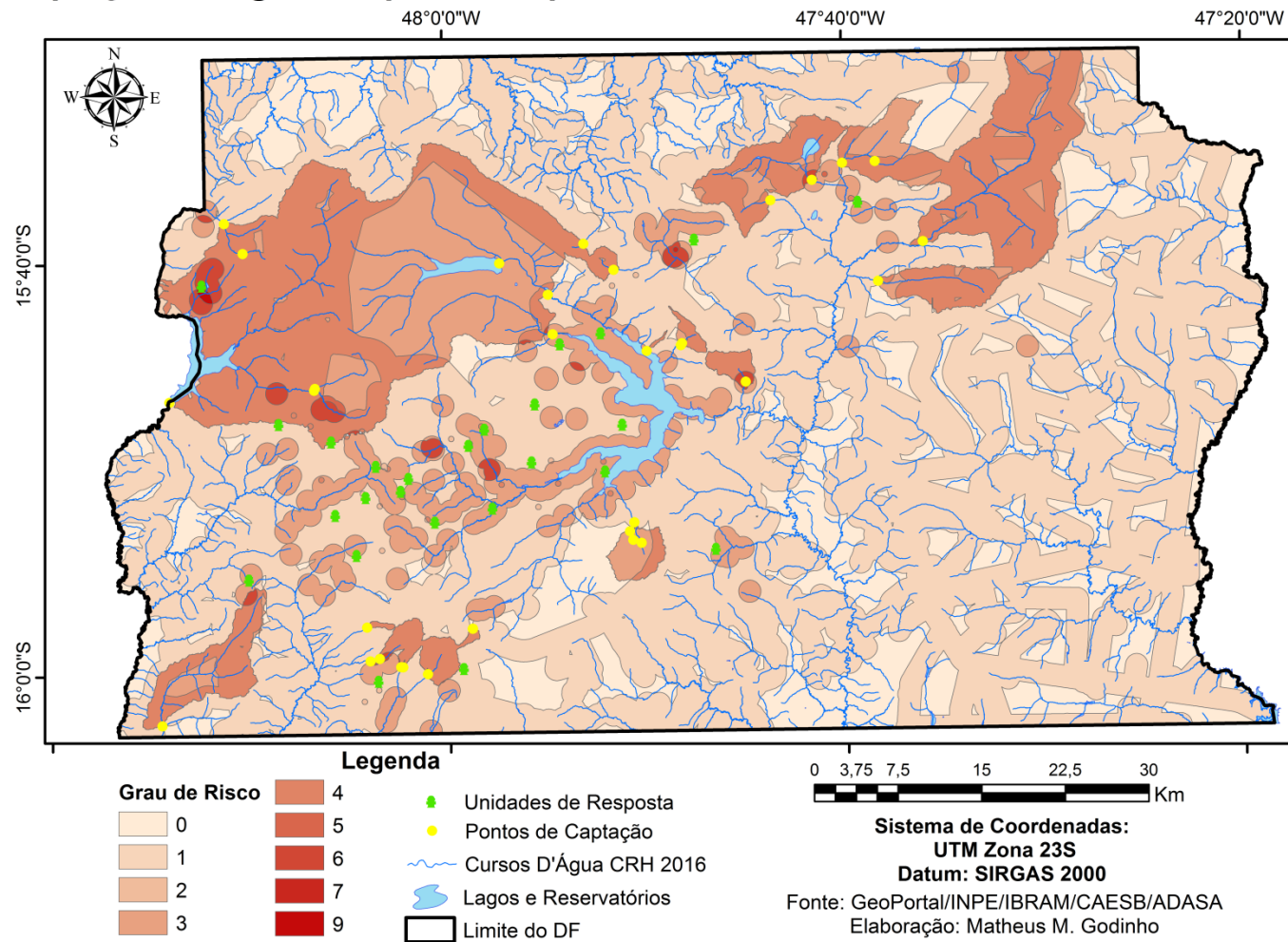


Figura 6.25 – Mapa de Riscos Ambientais do Transporte Rodoviário na Captação de Águas Superficiais da Caesb no DF.



## Mapa das Áreas de maior Risco Ambiental do Transporte Rodoviário na Captação de Águas Superficiais para Abastecimento Humano no Distrito Federal

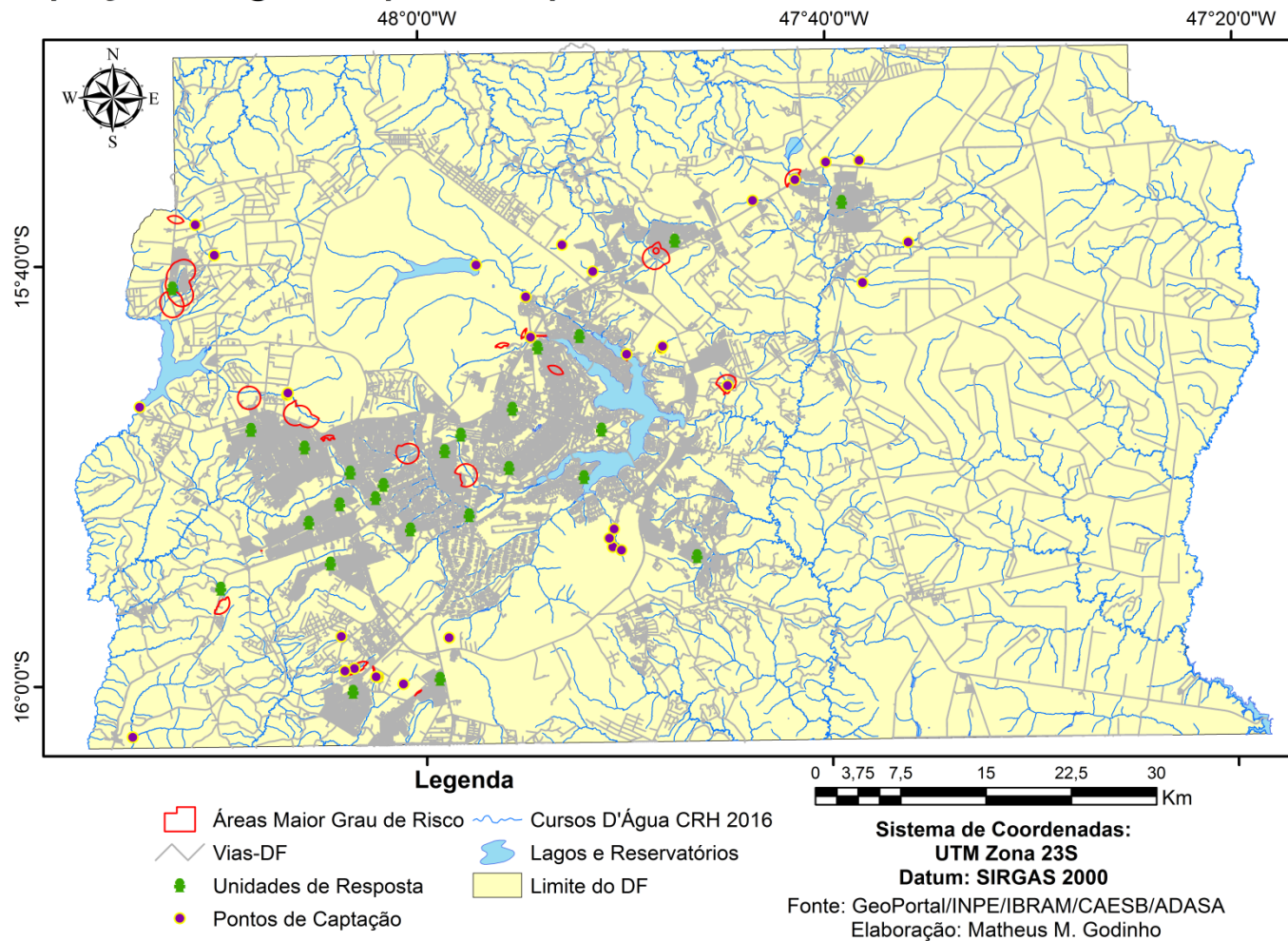


Figura 6.26 – Mapa das Áreas de maior Risco Ambiental do Transporte Rodoviário na Captação de Águas Superficiais da Caesb no DF.

Por meio da Figura 6.25, observa-se que a preocupação com as sub-bacias do lago Descoberto foi transformada em um fato. Neste local, a classe de risco apresenta elevados índices, no qual os pontos de captação superficial da Caesb Barrocão 1 e Capão da Onça 1 estão inseridos próximos a um local de maior classe de risco para acidentes ambientais que venham a impactar o sistema de captação de água para abastecimento humano. A sub-bacia desses dois pontos citados é de pequeno tamanho, mas de qualquer forma demanda cuidados. Na região onde há a presença de um pico de risco, na parte de cima do lago Descoberto, existe uma unidade de resposta dos bombeiros, nisto, de certa forma, poderá mitigar os riscos.

Como observado com as áreas de risco ambiental na Figura 6.24, as áreas a nordeste do DF mostraram, na Figura 6.25, um número relativamente alto para os riscos, em comparação com as outras regiões mapeadas. A presença de vias e/ou rodovias nas regiões onde há a captação de água é uma forte representativa, na presente metodologia de quantificação de riscos.

Entre os pontos de captação superficiais utilizados pela Caesb que foram observados no estudo, aqueles que demandam uma visão especial, por parte da Caesb e das outras autoridades, quanto às atividades de transporte de cargas perigosas em sua área de contribuição (sub-bacias), são: Currais, Pedras, Ponte Terra 2, Ponte Terra 3, Cachoeirinha, Bananal e Mestre Darmas 1. Devido ao grande massa de água que precisa “atravessar” até chegar ao ponto de captação do lago Descoberto, a preocupação com este corpo hídrico foi diminuída, do ponto de vista da captação. Entretanto, para a preservação dos corpos hídricos é essencial medidas preventivas nesta localização, que indica o maior ponto de risco neste mapa. Entretanto, segundo a Caesb (2019), dos pontos citados apenas Cachoeirinha e Bananal estão ativos e o Mestre Darmas 1 é sazonal.

No geral, de certa forma, atrelado a presença de picos máximos de riscos ou áreas com maior grau de risco, existem unidades de resposta rápida presentes em suas redondezas. Nos pontos citados no parágrafo anterior, aqueles ativos no sistema, o Mestre Darmas 1 está em linha reta a 4,5 km de uma unidade de resposta; o Bananal encontra-se em uma região com uma unidade de resposta a 1 km; e por fim, o ponto de captação Cachoeirinha aparentemente demanda maior atenção, por estar a 11,7 km da unidade de resposta mais próxima. Sendo assim, como expresso anteriormente, tal proximidade das unidades de resposta rápida não garante que o dano seja diminuído, mas aumenta suas

chances para tal. Assim com é fundamental investir na prevenção, para aí sim amortecer os riscos ou diminuí-los.

Com o intuito de observar o restante dos pontos de captação de água para abastecimento humano no DF, repetiram-se os mesmos passos utilizados nas etapas anteriores para a construção de mapas, um com as áreas de risco ambiental e outro com riscos ambientais com a outorga. Para isso, foram selecionados todos os pontos de outorga no DF, incluindo os anteriores. Na Figura 6.27, pode-se observar as áreas de risco ambiental do transporte rodoviário relacionadas aos pontos de outorga no território.

**Áreas de Risco Ambiental - Outorga Superficial para Abastecimento Humano - DF**

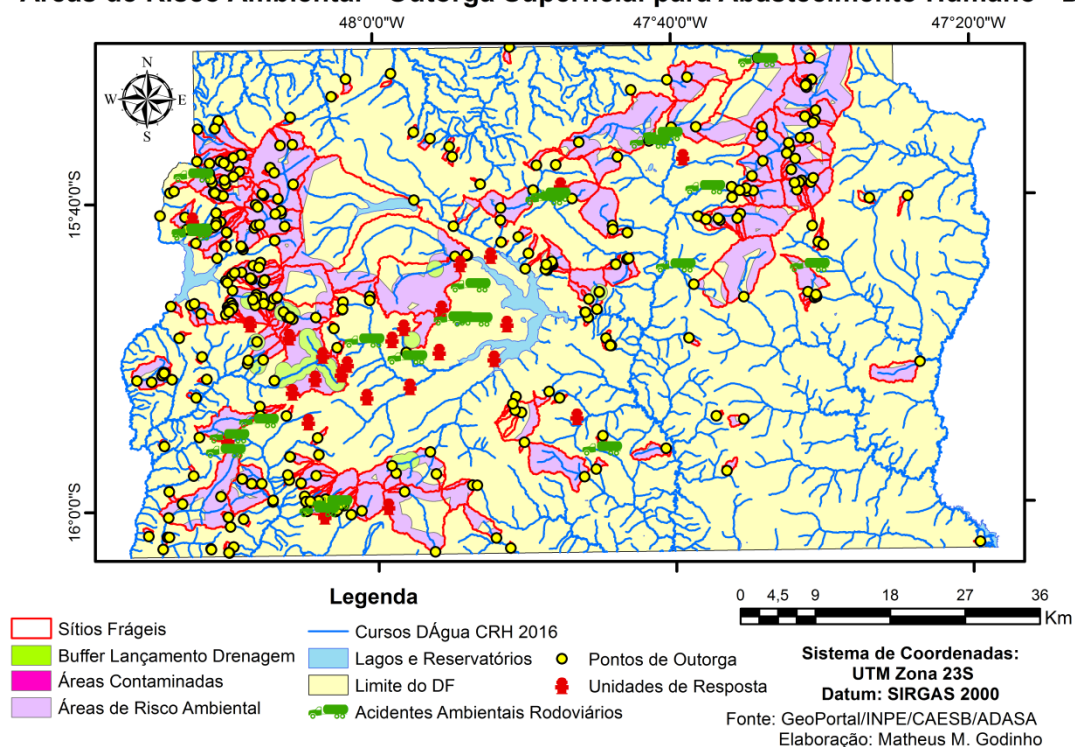


Figura 6.27 – Mapa das Áreas de Risco Ambiental do transporte rodoviário nos pontos de Outorga Superficial para Abastecimento Humano no Distrito Federal.

Depreende-se da Figura 6.27, em comparação com a Figura 6.24 que as áreas de risco ambiental aumentaram na região nordeste do DF, assim como a região sudoeste/sul e também a região noroeste, em que chama a atenção a quantidade de outorgas concedidas nessas regiões, no qual em caso de acidente, poderá afetar diretamente as famílias que habitam ali. Também pode ser observada a presença de uma área com intenso lançamento

de da rede de drenagem, que por um lado pode ser bom para a diluição dependendo do produto, mas por outro, poluentes e possíveis produtos químicos de acidentes ocorridos em áreas mais afastadas podem ser carregados até o rio próximo a um ponto de captação.

Com tantos pontos espacializados na figura, fica difícil extrair informações prévias para uma possível análise, sendo necessária alguma ferramenta ou metodologia disponível, responsável por criar uma matriz de correlação entre os dados. Assim como a demarcação das sub-bacias pela ferramenta ArcHydro, se tornou complexa nesta análise. Devido à marcação individual de cada exutório, o processo se tornou cansativo, além do erro associado que pode ter acontecido e do tempo de processamento elevado. Diante disso, podemos notar uma diferença entre os sítios frágeis do mapeamento com os pontos de captação da Caesb e deste, feito com os pontos de outorga.

Diante disso, por meio da Figura 6.28, foi realizado o mapa referente aos riscos ambientais do transporte rodoviário nos pontos de outorga para usos superficiais com foco no abastecimento humano no Distrito Federal.

Como observado na Figura 6.27, devido a grande quantidade de outorgas as regiões nordeste, sudeste/sul e noroeste do DF, apresentam um maior grau de risco, no qual algumas localidades dentro dessas áreas apresentaram o maior número de risco entre todos. Na região sudeste/sul, há presença de 6 áreas entre as duas últimas classes, sendo a aproximação mais distante da unidade de resposta mais próxima de cada área, foi de 5 km. A região nordeste, apresentou 3 áreas e uma com distância reta de aproximadamente 19 km da unidade de resposta mais próxima e a região noroeste, apresentou mais de 10 áreas, distância máxima de 10 km da unidade de resposta mais próxima.

Portanto, chama a atenção estas três regiões, onde se deve ter atenção especial e promover ações de preventivas nas localidades para se gerir os riscos. Na questão das unidades de resposta, seria interessante encurtar algumas distâncias, para deixar um sistema de preparação a respostas mais eficiente. No mais, nota-se que a quantidade anual média de chuva vai aumentando de oeste para leste, com isso possivelmente os impactos ambientais no nordeste do DF podem chegar aos pontos de captação, em condições iguais, em um tempo menor do que a região noroeste, sem levar em conta as características do tipo e do uso e cobertura do solo. Na Figura 6.29, detalha-se o mapa em relação às vias.

# **Mapa de Riscos Ambientais do Transporte Rodoviário nos pontos de Outorga das Águas Superficiais para Abastecimento Humano no Distrito Federal**

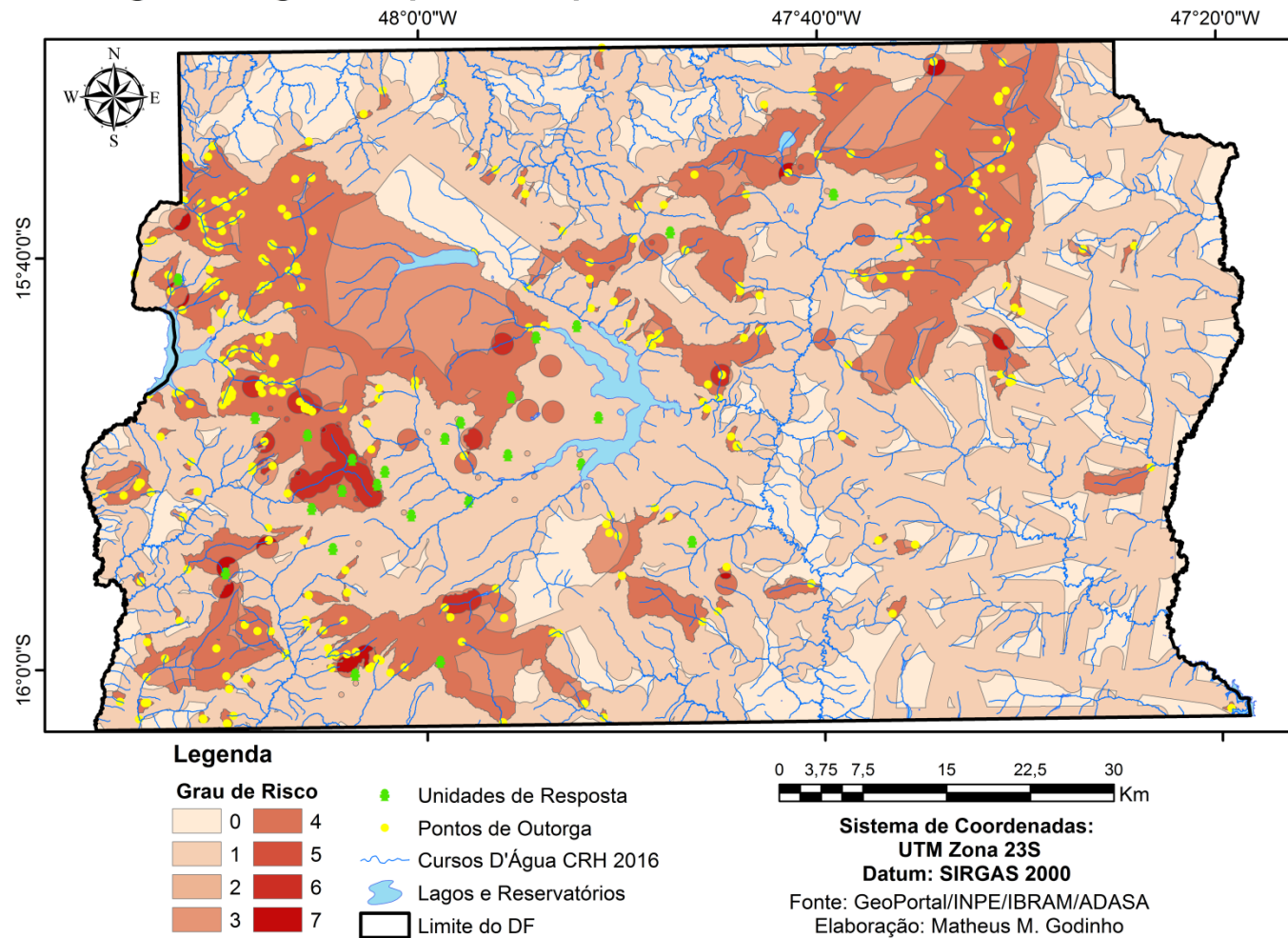


Figura 6.28 – Mapa de Risco Ambientais do Transporte Rodoviário nos Pontos de Outorga Superficiais para Abastecimento Humano no DF.



### Mapa das Áreas de maior Risco Ambiental do Transporte Rodoviário nos pontos de Outorga das Águas Superficiais para Abastecimento Humano no Distrito Federal

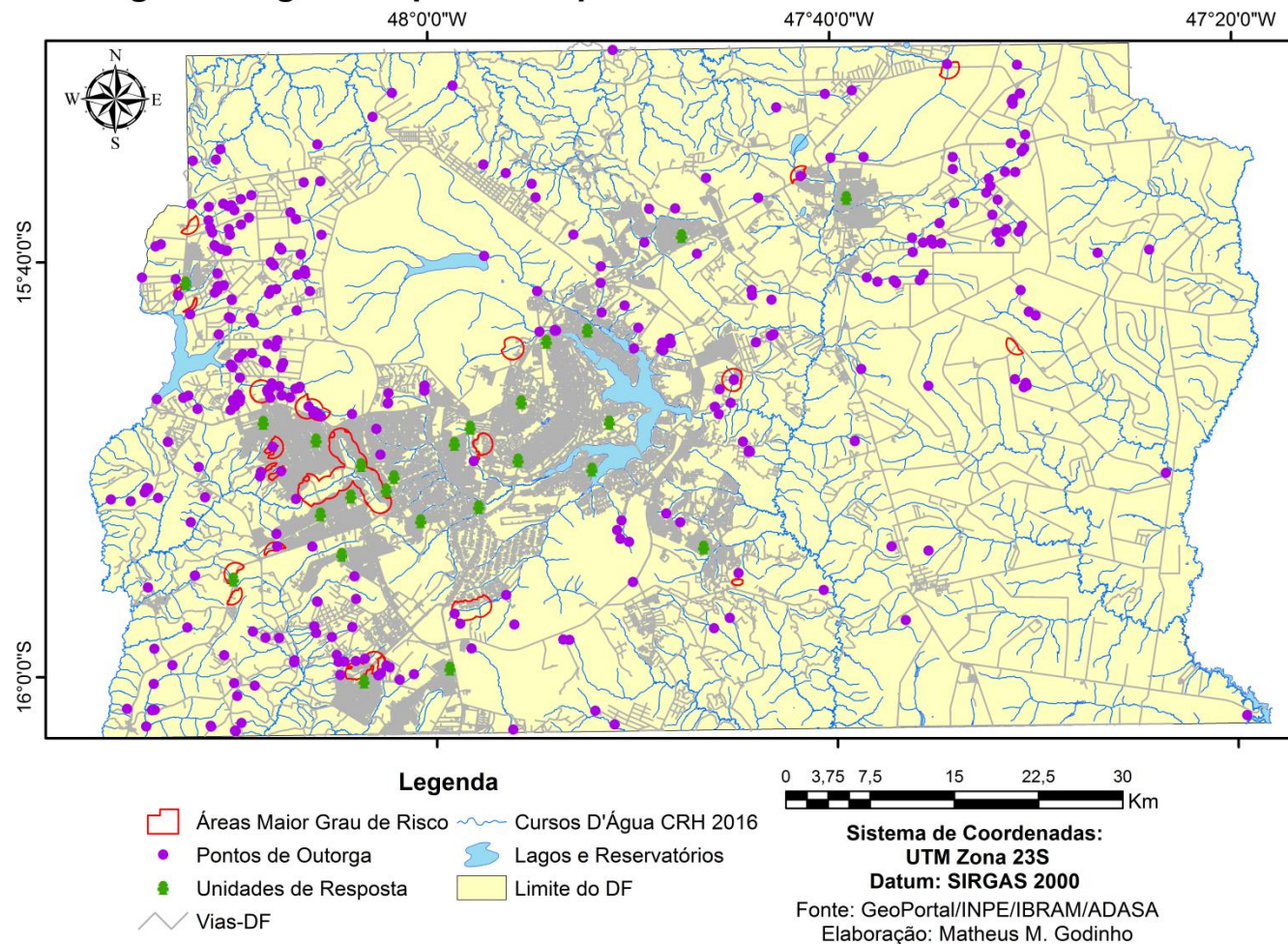


Figura 6.29 – Áreas de maior Risco Ambiental do Transporte Rod. nos Pontos de Outorga Superficiais para Abastecimento Humano no DF.

Segundo Poffo *et al.* (2005), no sistema de atendimento a ocorrências de acidentes ambientais, devem-se evitar os problemas de comunicação ao máximo, pois esses podem ocorrer todas as etapas do atendimento. Algumas dessas falhas de comunicação podem interferir no processo de tomada de decisões, causando atrasos, assim como expor a equipe de emergências a riscos existentes.

Outros fatores que podem interferir no atendimento das emergências ambientais são os fatores enfrentados cotidianamente por qualquer cidadão, o congestionamento, logística, entre outros. Segundo Haddad (2005), os fatores climáticos podem agravar a consequência de um acidente, dependendo do produto, pode ocasionar reação, gerando citações de risco para a população e para a equipe de resposta. O mesmo autor, explica que mesmo se um acidente apresente condições pequenas e com baixa toxicidade ou inflamabilidade, deve-se chamar o atendimento emergencial, pois eles apresentam os materiais corretos e a experiências neste tipo de situação. Caso contrário, o evento de pequenas causas pode se tornar algo de maior proporção.

Por fim, por meio do sistema e-Sic, foi informado que no DF não existem empresas licenciada (ou em processo de licenciamento) para atendimento às emergências ambientais. Ressaltando que os dados que o Ibram possui, informa que existem duas empresas de atendimento emergencial mais indicada pelas transportadoras de cargas perigosas, a SUATRANS e a WGRA.

## 7. CONCLUSÕES

Diante do exposto, nota-se que o Distrito Federal após a passagem pela crise hídrica precisa pensar em maneiras de melhorar a segurança de seus corpos hídricos. Principalmente na questão da qualidade das águas para consumo humano, tanto nos pontos de captação de águas superficiais para abastecimento humano, do serviço da Caesb, como nos pontos outorgados pela Adasa para consumo humano nas regiões administrativas do DF.

No presente estudo foram detectadas áreas de maior risco a contaminação por acidentes ambientais rodoviários no DF. Notou-se que dos pontos de captação de água superficial para abastecimento humano realizado pela Caesb, três deles apresentaram os maiores risco, sendo eles: Cachoeirinha, Bananal e Mestre Darmas 1, sendo o último sazonal. Quanto às outorgas para abastecimento humana, foram identificadas áreas de risco em três regiões do DF, as regiões: noroeste, nordeste e sudoeste/sul.

Para a diminuição dos riscos nas localidades faladas anteriormente, se indica o investimento em ações preventivas nas rodovias, como a diminuição da velocidade em áreas com potencial de contaminação dos corpos hídricos. Além de investir em algumas unidades de resposta, para diminuir a distância apresentada neste estudo entre as unidades de resposta e as áreas de maior risco.



## **8. RECOMENDAÇÕES**

Para os estudos futuros na área, seria interessante abordar mais as características do território e das atividades econômicas presentes, criando uma matriz de amarração maior, com possíveis resultados mais específicos. Assim como procurar outras ferramentas de geoprocessamento para gerar os mapas de risco. E por fim, gerar um possível estudo de dispersão dos contaminantes nas áreas de risco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito federal. Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/mapas/mapa%20hidrografico%20-%20a4%20net.pdf>>. Acesso em 15 de março de 2018.
- ANA – Agência Nacional De Águas. **Divisões hidrográficas do Brasil**. BRASIL. Disponível em: <[http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy\\_of\\_divisoes-hidrograficas](http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas)>. Acesso em: 20 nov. 2018.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo. **Resolução nº 30, de 29 de junho de 2015**. Diário Oficial da União, Brasília. 2015.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo. **Resolução nº 684, de 29 de junho de 2017**. Diário Oficial da União, Brasília. 2017.
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Resolução nº 5232, de 14 de dezembro de 2016**. Brasília.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988**. Congresso. Senado Federal. Brasília, DF.
- BRASIL. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981**. Brasília, DF, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 15 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, 27 p. 2005.
- CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. **Estações Pluviométricas e Fluviométricas da CAESB: Apresentação Hidrometeorológica**. Disponível em: <<https://atlas.caesb.df.gov.br/hidrometeorologia/>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. **Relatório da Qualidade da Água Distribuída pela Caesb em 2018**. Brasília, Distrito Federal. 2019. 4 p. Disponível em: <[https://www.caesb.df.gov.br/images/relatorios/relatorio\\_qualidade\\_agua2018.pdf](https://www.caesb.df.gov.br/images/relatorios/relatorio_qualidade_agua2018.pdf)>. Acesso em: 30 abril. 2019.

CASTELLO, L. Z. *et al.*. **Estudo geofísico de vazamento controlado de álcool combustível em escala laboratorial**. *Revista Brasileira de Geofísica* [online]. 2011, vol. 29, n. 2, p.231-237. ISSN 0102-261X. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-261X2011000200002>.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Ficha de Resposta a Emergência Química CETESB**. Disponível em: <<http://produtosquimicos.cetesb.sp.gov.br/Ficha>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Sistema emergências químicas**. Disponível em: <[https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/est\\_causa.php](https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/est_causa.php)>. Acesso em: 5 jun. 2019.

CHUPIL, H.. **Acidentes ambientais e planos de contingência**. Curitiba: Intersaberes, 2014. 193 p.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Anuário CNT do transporte 2018: estatísticas consolidadas**. Brasília. 2018b. Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Rodoviario/>>. Acesso em: 25 maio. 2019.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2018: relatório gerencial**. Brasília. CNT: SEST SENAT, 2018a. 408 p. Disponível em: <[https://cms\\_pesquisarodovias.cnt.org.br/](https://cms_pesquisarodovias.cnt.org.br/)>. Acesso em: 25 maio. 2019.

DIAS, L. T.. **Modelagem dinâmica espacial do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Lago Paranoá-DF: 1998-2020**. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geociências Aplicadas, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 3944, de 12 de janeiro de 2007**. Brasília, DF, Disponível em: <[https://www.tc.df.gov.br/SINJ/Norma/54467/Lei\\_3944\\_12\\_01\\_2007.pdf](https://www.tc.df.gov.br/SINJ/Norma/54467/Lei_3944_12_01_2007.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – **Evolução Geomorfológica do Distrito Federal**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Documentos 122. Planaltina-DF. 2004b. 56 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – **Mapa Pedológico Digital – SIG, Atualizado do Distrito Federal, Escala 1:100.000 e uma Síntese do Texto Explicativo**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Documentos 122. Planaltina-DF. 2004a. 29 p.

GDF – Governo do Distrito Federal. **Geografia**. Disponível em: <<http://www.df.gov.br/333/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

GOMES, M. A. F. e SPADOTTO, C. A.. **Subsídio à Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos em Solos Agrícolas Brasileiros**. Jaguariúna - Sp: Embrapa, 2004. Comunicado Técnico, n. 11. 5 p.

HADDAD, E. *et al.*. **Emergências ambientais tecnológicas e desastres naturais**. In: GALVÃO, L. A. C. *et al.*. Determinantes Ambientais e Sociais da Saúde. São Paulo – Sp: Fiocruz, 2011. Cap. 25. p. 547-572.

HADDAD, E.. **Capacidade de resposta dos Órgãos Públicos aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo**. 2017. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de Acidentes Ambientais - 2014**. Brasília: 2015. 31 p. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/relatorios/acidentes-ambientais/relatorios-anuais-de-acidentes-ambientais>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de Acidentes Ambientais - 2013**. Brasília: 2014. 36 p.

Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/relatorios/acidentes-ambientais/relatorios-anuais-de-acidentes-ambientais>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2012. 271 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 maio 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências: Por Cidade e Estado**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/por-cidade-estado-geociencias.html?t=destaques&c=5300108>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras: caracterização, tendências e custos para a sociedade**. Relatório de pesquisa. Brasília. 2015. 42 p. Disponível em: <[https://www.iciet.fiocruz.br/sites/www.iciet.fiocruz.br/files/IPEA%202015\\_relatorio\\_acidentes\\_transito.pdf](https://www.iciet.fiocruz.br/sites/www.iciet.fiocruz.br/files/IPEA%202015_relatorio_acidentes_transito.pdf)>. Acesso em: 2 junho. 2019.

LIMA, C. A. N.. **Avaliação da influência da ocupação do entorno do Parque Nacional de Brasília na qualidade e na disponibilidade de água bruta do Sistema de Abastecimento Público Torto/Santa Maria**. 2004. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2004.

LOPES, C. F. *et al.*. **Ambientes Costeiros Contaminados por óleo: Procedimento de limpeza - Manual de Orientação**. São Paulo: Cetesb, 2007. 120 p. : fotos colos. ; 30 cm.

MACHADO, C. J. S.. **Descrição e análise das relações entre gestão de água doce e exercício da cidadania no Brasil contemporâneo**. In: MINAYO, M. C. de S., e COIMBRA JR, C. E. A.. *Críticas e atuantes: ciências sociais e humanas em saúde na América Latina*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ 2005. p. 551-566. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em: 21 maio 2019.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional (PNC)**. 2016. Disponível

em: <<https://www.ibama.gov.br/emergencias-ambientais/petroleo-e-derivados/pnc>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2)**. 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/emergencias-ambientais.html>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

MTPA – Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. **Anuário Estatístico de Transportes 2010-2017**. Brasília. MTPA. 2018. 25 p. Disponível em: <[http://transportes.gov.br/images/BIT\\_TESTE/Publica%C3%A7oes/Apresentacao\\_AET\\_2018.pdf](http://transportes.gov.br/images/BIT_TESTE/Publica%C3%A7oes/Apresentacao_AET_2018.pdf)> Acesso em: 27 maio. 2019.

NARDOCCI, A. C. e LEAL, O. L.. **Informações sobre acidentes com transporte rodoviário de produtos perigosos no Estado de São Paulo: os desafios para a Vigilância em Saúde Ambiental**. Saude e Sociedade [online]. 2006, vol.15, n.2, p.113-121. ISSN 0104-1290. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902006000200011>.

POFFO, I. R. F. *et al.*. **Acidentes Ambientais e Comunicação de Riscos**. In: II Congresso Brasileiro de Comunicação Ambiental, São Paulo – SP. Organização: Revista Meio Ambiente Industrial e Ag Comunicação Ambiental, 2005. p. 1 - 12.

PRADO, H.. **Pedologia fácil: Glossário Pedológico**. Brasília-DF. Disponível em: <<http://www.pedologiafacil.com.br/glossario.php>>. Acesso em: 17 maio. 2019.

SANTOS, H. G. *et al.*. **Árvore do conhecimento – Solos Tropicais**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC. EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 17 maio 2019.

SANTOS, L. L. e SILVA, M. N.. **Análise dos Acidentes com Produtos Perigosos ocorridos nas Rodovias Federais da Bahia**. Revista Ciências do Trabalho, São Paulo – SP, n. 10, p.25-35, abr. 2018.

SILVA, L. R. e COSTA NETO, J. F.. **A sustentabilidade dos recursos hídricos do Distrito Federal.** Universitas Humanas, Brasília, v. 5, n. 1/2, p.77-107, jan./dez. 2008.

WALDETÁRIO, L. S.. **Curso de formação de brigadistas profissionais:** Emergências químicas. Espírito Santo: Governo do Estado do Espírito Santo, 2016. 52 p. Corpo de Bombeiros Militar.

## APÊNDICE

**Acidente:** acontecimento não planejado que pode atingir diferentes dimensões.

**Áreas Contaminadas:** são áreas que passaram por alguma contaminação de produtos químicos ou resíduos perigosos de forma que tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de maneira acidental, natural ou planejada, gerando impactos ao meio ambiente, à saúde humana ou a outro bem a proteger (MMA, 2004).

**Áreas de Risco Ambiental:** são áreas com risco de ocorrência de acidentes ambientais, sendo relacionados com as atividades potencialmente impactantes e com a vulnerabilidade dos sítios frágeis associados na ocorrência de potenciais danos diretos ou indiretos (MMA, 2004).

**Dano:** “corresponde à consequência de um perigo que se torna real ao operador, à instalação, à população ou ao ambiente. Quando confirmado, busca-se a causa (origem do evento) para que o dano possa ser sanado e posteriormente evitado” (CHUPIL, 2014).

**Emergências Químicas:** são eventos inesperados ou indesejados envolvendo substâncias químicas, no qual podem se tornar um acidente ambiental, mas não necessariamente contemplam os impactos ao meio ambiente. Esse conceito está ligado à questão operacional no controle das substâncias, para evitar que o dano maior (WALDETÁRIO, 2016).

**Estrutura de Resposta:** é o material, o maquinário e o pessoal capacitado disponível na unidade de resposta para atendimento em caso de emergência química e/ou acidente ambiental.

**Incidente:** “evento não planejado de pequenas dimensões que pode vir a gerar um acidente” (CHUPIL, 2014).

**Passivos Ambientais:** “são deposições antigas e áreas contaminadas que produzem riscos para a saúde humana, meio ambiente ou outro bem a proteger” (MMA, 2004).

**Perigo:** resultado da exposição ao risco e pode se tornar um dano.

**Risco Ambiental:** “é a potencialidade da perda e/ou dano à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger, resultante da combinação entre a possibilidade de



ocorrência, vulnerabilidade e magnitude das perdas e danos” (MMA, 2004). O risco ambiental é função da probabilidade de ocorrência de um evento acidental e das possíveis consequências.

**Risco:** “condição decorrente de uma ou mais variáveis que originam algum tipo de dano, seja ele físico, material ou de produção, seja ao meio externo. O percentual de risco também está associado ao nível de segurança e confiabilidade de um sistema” (CHUPIL, 2014).

**Sítios frágeis ou Vulneráveis:** são áreas que possam ser contaminadas devido à ocorrência de um acidente ambiental, podendo prejudicar a população, suas atividades cotidianas ou o meio ambiente (MMA, 2004).

**Unidade de Resposta:** é o espaço responsável por armazenar equipamentos e para a prestação do atendimento a um acidente ambiental.

**Vulnerabilidade:** “condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade e a exposição de uma comunidade ao impacto negativo de ameaças” (HADDAD *et al.*, 2011).